Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

Inovações em ciência de alimentos:

da produção à nutrição 2

Ano 2024

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

Inovações em ciência de alimentos:

da produção à nutrição 2

Ano 2024

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Inovações em ciência de alimentos: da produção à nutrição 2

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovações em ciência de alimentos: da produção à nutrição 2 / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2200-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.006241502

1. Nutrição. 2. Alimentação sadia. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 613.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A presente obra ''Inovações em ciência de alimentos: da produção à nutrição 2 '' publicada no formato *e-book*, explana o olhar multidisciplinar da área da saúde. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada e clara estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Os trabalhos apresentados seguiram duas linhas condutoras: a primeira relacionada ao estado nutricional, qualidade da dieta e suplementação da dieta com minerais. Além disso, o *e-book* apresenta a caracterização físico-química e microbiológica de alimentos, bem como dados relacionadas a qualidade sanitária de produtos comercializados.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos neste volume com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentação, Nutrição, Saúde e seus aspectos. A Nutrição é uma ciência relativamente nova, mas a dimensão de sua importância se traduz na amplitude de áreas com as quais dialoga. Portanto, possuir um material cientifico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra ''Inovações em ciência de alimentos: da produção à nutrição 2'' se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, seja ele um profissional, acadêmico ou apenas um interessado pelo campo da área da saúde, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

DESEQUILIBRIO DIETÉTICO EN EL ESTADO NUTRICIONAL DE UNA POBLACIÓN DE ECUADOR

Data de submissão: 10/01/2024

Data de aceite: 01/02/2024

William Bayardo Galarza Esparza
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-8139-802X

Carmen Patricia Viteri Robayo
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
http://orcid.org/0000-0003-2780-8790

Cristina Alexandra Arteaga Almeida
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-9914-7648

Kattyta Patricia Hidalgo Morales
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-0589-9700

Tatiana Salome Moya Ocaña
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-8979-8458

Verónica Elizabeth Guanga Lara
Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Nutrición y Dietética
Ambato - Ecuador
https://orcid.org/0000-0003-0889-3723

RESUMEN: El equilibrio adecuado de macronutrientes es esencial para el mantenimiento del peso corporal y la prevención de enfermedades crónicas; durante los últimos años se ha constituido en un área de la investigación nutricional. El objetivo del estudio es relacionar el desequilibrio dietético con el estado nutricional y la composición corporal en una población de Ecuador. Se trata de un estudio descriptivo, observacional, transversal, muestreo no aleatorio, por conveniencia. Los datos fueron obtenidos de la historia dietética de 180 individuos que incluyó el recordatorio de 24 horas, datos antropométricos, datos clínicos; permitiendo evaluar la ingesta dietética de macronutrientes, estado nutricional y composición corporal. Los datos fueron procesados con SPSS versión 22 mediante pruebas ji-cuadrado, probabilidad de riesgos. Los resultados muestran que existe una alta ingesta de alimentos no nutritivos que conducen a un desequilibrio dietético en el 87,2% de jóvenes y adultos. Esto a la vez influye significativamente en el estado nutricional (p=,000), presentando una malnutrición por exceso 30% y por déficit 4,5%. Así mismo se encontró un 42,8% de sujetos con hipertrofia grasa, y 30,6% con

pre-sarcopenia, constituye también en un riesgo cardiovascular. Razón por la que se evidencia un desequilibrio en el consumo de nutrientes, generando malnutrición tanto por exceso como por déficit; la etiología del sobrepeso y obesidad no solo puede ser por el consumo alto de calorías, sino que se asocia a un desbalance de los macronutrientes, independiente de la cantidad de energía total consumida, relacionado con un consumo esporádico grasa saturada a través de comidas rápidas. Por lo que el tratamiento dietético nutricional no debería estar solo enfocado a la restricción calórica sino en el balance de macronutrientes acorde a la cantidad de calorías, a la reducción del tejido adiposo subcutáneo, conservación de la masa muscular y no solo a la pérdida de peso.
PALABRAS-CLAVE: Evaluación Nutricional, Enfermedades nutricionales y metabólicas, Metabolismo, Nutrientes.

DIETARY IMBALANCE IN THE NUTRITIONAL STATUS OF A POPULATION OF ECUADOR

ABSTRACT: The appropriate balance of macronutrients is essential for maintaining body weight and preventing chronic diseases; in recent years, it has become an area of nutritional research. The aim of the study is to relate dietary imbalance with nutritional status and body composition in a population from Ecuador. This is a descriptive, observational, cross-sectional study with non-random, convenience sampling. Data were obtained from the dietary history of 180 individuals, which included a 24-hour recall, anthropometric data, clinical data; allowing the evaluation of dietary macronutrient intake, nutritional status, and body composition. The data were processed with SPSS version 22 using chi-square tests, probability of risks. The results show that there is a high intake of non-nutritious foods leading to a dietary imbalance in 87.2% of young people and adults. This in turn significantly influences the nutritional status (p=.000), presenting malnutrition due to excess in 30% and due to deficit in 4.5%. Likewise, 42.8% of subjects were found with fat hypertrophy, and 30.6% with pre-sarcopenia, also constituting a cardiovascular risk. This is the reason why there is an imbalance in the consumption of nutrients, generating malnutrition both by excess and by deficit; the etiology of overweight and obesity can not only be due to high calorie intake but is associated with an imbalance of macronutrients, regardless of the total amount of energy consumed, related to sporadic consumption of saturated fat through fast foods. Therefore, nutritional dietary treatment should not only focus on caloric restriction but on the balance of macronutrients according to the amount of calories, the reduction of subcutaneous adipose tissue, the conservation of muscle mass, and not only on weight loss.
KEYWORDS: Nutritional Evaluation, Nutritional and metabolic diseases, Metabolism, Nutrients.

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento adecuado del cuerpo humano depende del consumo de macronutrientes como proteínas, grasas y carbohidratos, por tanto, su ingesta en proporciones recomendadas tiene un impacto significativo en el estado nutricional, la composición corporal y en la salud del individuo, a través del mantenimiento de un peso corporal saludable y la prevención de enfermedades crónicas.

Varios estudios destacan la importancia de las proteínas, debido a que promueven saciedad, mantiene la masa muscular y evita el catabolismo, impidiendo la ganancia desmesurada de grasa subcutánea, siendo beneficioso para el control del peso disminuyendo el riesgo de comorbilidades(1).

Se ha observado que una dieta alta en carbohidratos complejos con contenidos altos en fibra como granos enteros, panes integrales, entre otros, ha diferencia con carbohidratos de baja calidad, como la sacarosa y fructosa incluida en productos como bebidas, están asociados con una mejor composición corporal, es decir niveles grasa corporal normales y menor grasa visceral(2)United States.\nPARTICIPANTS: 53 553 women and 27 916 men without cardiovascular disease or cancer at baseline.\nMAIN OUTCOME MEASURE: Death confirmed by state vital statistics records, the national death index, or reported by families and the postal system.\nRESULTS: 14 019 deaths occurred during 1.2 million person years of follow-up. Increases in red meat consumption over eight years were associated with a higher mortality risk in the subsequent eight years among women and men (both P for trend<0.05, P for heterogeneity=0.97.

Por otro lado, la ingesta de grasas, juega un papel crucial en la nutrición y la composición corporal, las grasas insaturadas pueden tener beneficios en la reducción del riesgo de enfermedades del corazón, mientras que las grasas saturadas y trans provocan una hipertrofia adipositaria, aumentando el riesgo de obesidad y de enfermedades metabólicas(3)410 women, aged 50-79 years, and evaluated their risk for clinical myocardial infarction (MI.

La ingesta de micronutrientes, que incluye vitaminas y minerales esenciales, desempeña un papel crucial en diversas funciones corporales, incluyendo el metabolismo, la función inmunológica y el desarrollo celular. La ingesta adecuada de micronutrientes, como el calcio y la vitamina D, podría estar asociada con una menor grasa corporal y una mayor masa muscular(4), los micronutrientes como el hierro, la vitamina B12 y el ácido fólico juegan un papel esencial en el metabolismo energético y la salud en general (5). Mientras que, el consumo excesivo de ciertos micronutrientes, como el sodio y la vitamina A, puede llevar a problemas de salud como la hipertensión y la toxicidad de la vitamina A, respectivamente(6).

Datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), identifico la existencia un desequilibrio en la ingesta de macronutrientes en la población adulta del Ecuador, observándose, que la ingesta de proteínas y grasas saturadas están por encima de las recomendaciones dietéticas, mientras que la ingesta de carbohidratos está por debajo. Estos hallazgos pueden tener implicaciones significativas para la salud, ya que las dietas altas en grasas saturadas han sido asociadas con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares(7)as are metabolic abnormalities. However, few studies have addressed the associations between obesity/metabolic risk phenotypes and dietary macronutrient intakes (carbohydrate, protein, and fat. Identificar, estos riesgos es el primer paso para

desarrollar intervenciones nutricionales efectivas que puedan ayudar a mejorar la salud y el bienestar de esta población en Ecuador. Por tanto, la finalidad del estudio fue relacionar el desbalance de proteínas, carbohidratos y grasas en relación a la cantidad de energía consumida con la alteración del estado nutricional y la composición corporal en una población de Ecuador, para futuras intervenciones nutricionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal, donde se evalúo parámetros como la ingesta calórica, el estado nutricional y composición corporal de la población. La población estuvo compuesta por 180 jóvenes y adultos entre 17 a 65 años, seleccionados por muestreo no probabilístico por conveniencia, con criterios de inclusión como, estar aparentemente sanos, estar dentro del rango de edad, firma del consentimiento informado y como criterios de exclusión, tener enfermedades catastróficas, metabólicas o con discapacidades.

El desequilibrio entre calorías consumidas y cantidad de proteínas, carbohidratos y grasas se estimó a través del análisis del recordatorio de 24 horas de cada participante y los resultados obtenidos fueron comparados con la ingesta diaria recomendada (RDI) calculadas con fórmulas de predicción según peso, talla, edad y sexo de cada individuo y para categorizar como déficit, exceso o normal se aplicó el cómo porcentaje de adecuación de lo consumido de entre 95 a 105 %.

Para identificar el estado nutricional se utilizó medidas antropométricas como peso y talla determinado de esta manera el índice de masa corporal (IMC) y clasificando a los individuos según parámetros establecidos por OMS: Bajo Peso, Normal, sobrepeso, Obesidad. La toma de 4 pliegues como el tríceps, bíceps, subescapular y supra ilíaco y circunferencias como la del brazo permitieron identificar las reservas de grasa corporal y masa muscular para lo que se determinó la densidad corporal con las fórmulas de Durnin y Womerley y SIRI para reserva de tejido adiposo; además se identificó la presencia de hipertrofia grasa e hipertrofia muscular por medio del Área muscular del brazo (Heymsfiel y colaboradores 1982) y Área grasa del brazo (Jelliffe-Jellife 1996) y según percentiles establecidos por Frisancho en 1990.

Los datos obtenidos del se analizaron con el paquete SPSS versión 22, mediante análisis descriptivos y de inferencia considerando el tipo de variables, se realizaron pruebas ji-cuadrado, probabilidad de riesgos.

RESULTADOS

Se trabajó con 180 sujetos, hombres (40,6%) y mujeres (59,4%), entre 17 a 65 años (30±12,7), localizados en diferentes ciudades del Ecuador, principalmente de Ambato y Latacunga (67,2%). Su ingesta dietética presentó un déficit y exceso en el consumo de macro y micronutrientes, evidenciándose un desbalance en la dieta. Un alto consumo de comida rápida, bebidas azucaradas y snacks junto a una inadecuada ingestión de verduras y frutas no permite un aporte adecuado de la vitaminas y minerales disminuyendo los procesos metabólicos del organismo y aprovechamiento de nutrientes.

La tabla 1 señala una proporción desequilibrada de macronutrientes, el consumo excesivo de proteína está en el 40% de la población mientras que el déficit está en el 35%, del consumo diario y no se observa una diferencia significativa por género (p=,26). También se registra un exceso del 31,7% en el consumo de grasa por día, acompañado un déficit en la ingesta de este mismo nutriente del 50% de la población. En el consumo carbohidratos el 51,7% refiere mantener un consumo deficitario de este macronutriente y solo un 4,5% de los sujetos presentan un exceso de su consumo. Consumo deficitario de fibra, el 81,1% de la población presenta un bajo consumo.

Este desbalance de macronutrientes en la dieta genera un déficit en el aporte calórico diario de las personas, el 61,7% de la población presenta este déficit calórico. Con respecto a los micronutrientes de acuerdo con los parámetros establecidos para el consumo por FAO y OMS podemos decir que el 15% llega a cubrir las necesidades de vitaminas y minerales, se reporta que el consumo más bajo es de ácido fólico; se observó una diferencia significativa en el déficit en la ingesta de micronutrientes de hierro, y vitamina A en mujeres.

		MACRONUTRIENTES			
	Rango	Masculino	Femenino	% Total	Px
Calorías	*Déficit*	48 (26,7%)	63 (35%)	61,7%	0,521
	Exceso	20 (11,1%	32 (17,8%)	28,9%	
	Normal	5 (2,8%)	12 (6,7%)	9,5%	
Proteína	*Déficit*	21 (11,7%)	42 (23,3%)	35,0%	0,26
	Exceso	30 (16,7%)	42 (23,3%)	40,0%	
	Normal	22 (12,2%)	23 (12,8%)	25,0%	
Grasa	*Déficit*	39 (21,7%)	51 (28,3%)	50,0%	0,397
	Exceso	19 (10,6%)	38 (21,1%)	31,7%	
	Normal	15 (8,3%)	18 (10,0%)	18,3%	
CHO	*Déficit*	41 (22,8%)	52 (28,9%)	51,7%	0,608
	Exceso	3 (1,7%)	5 (2,8%)	4,5%	
	Normal	29 (16,1%)	50 (27,8%)	43,9%	
Fibra	*Déficit*	58 (32,2%)	88 (48,9%)	81,1%	0,867
	Exceso	13 (7,2%)	17 (9,4%)	16,6%	
	Normal	2 (1,1%)	2 (1,1%)	2,2%	

	MACRONUTRIENTES			
	Masculino	Femenino	%Total	Px
Hierro (Fe)	29 (16,1%)	76 (42,2%)	58,3%	0,000
	34 (18,9%)	17 (9,4%)	28,3%	
	10 (5,6%)	14 (7,8%)	13,4%	
Vitamina A	41 (22,.8%)	41 (22,8%)	45,6%	0,046
	28 (15,6%)	61 (33,9%)	49,5%	
	4 (2,2%)	5 (2,8%)	5,0%	
Vitamina_B12	28 (15,6%)	47 (26,1%)	41,7%	0,111
	41 (22,8%)	46 (25,6%)	48,4%	
	4 (2,2%)	14 (7,8%)	10,0%	
Calcio (Ca)	59 (32,8%)	85 (47,2%)	80,0%	0,466
	13 (7,2%)	17 (9,4%)	16,6%	
	1 (0,6%)	5 (2,8%)	3,4%	
Cinc (Zn)	35 (19,4%)	56 (31,1%)	50,5%	0,705
	35 (19,4%)	45 (25,5%)	44,9%	
	3 (1,7%)	6 (3,3%)	5,0%	
Ac.Fólico	65 (36,1%)	99 (55%)	86,1%	0,107
	5 (2,8%)	8 (4,4%)	7,2%	
	3 (1,7%)	0 (0,0%)	1,7%	

Tabla 1 Ingesta de macro y micro nutrientes por género en la población de estudio

En la tabla 2 se analiza el consumo dietético en función del estado nutricional, obteniéndose los siguientes resultados: existe diferencia significativa entre el estado nutricional y el consumo de CHO (p=,000), donde el 21,6% de los sujetos presentan algún grado de mal nutrición por déficit o exceso en el consumo, la condición del exceso de peso se presenta más en aquellas personas con déficit por consumo de CHO, y no por exceso.

El consumo de proteína no presenta una diferencia significativa con la alteración del estado nutricional (p=,466), sin embargo, el exceso de peso se observa en aquellos individuos que tienen alta y baja ingesta de proteína en la dieta.

Con respecto a grasa, solo el 12,8% de la población que consume grasa en exceso presenta ganancia de peso, mientras que en aquellos que tienen una ingesta deficitaria de grasa el sobrepeso y/o obesidad es de 17,12%, aun cuando no exista diferencia significativa (p=,229).

Independiente del aporte de proteínas, carbohidratos y grasas, se observa que el exceso de energía provocó que un 11,1% de personas padezcan de sobrepeso y/o obesidad, mientras que el déficit calórico hizo que el 18,3% desarrollara una malnutrición por exceso, aunque sin diferencia significativa (p=0,065). (Tabla 2)

		Estato Nutricional					
		Bajo peso	Peso Normal	Sobre peso	Obesidad	% Total	Px
Aportes calóricos	Déficit	3 (1,7%)	75 (41,7%)	24 (13,3%)	9 (5,0%)	61,7%	0,065
	Exceso	3 (1,7%)	29 (16,1%)	17 (9,4%)	3 (1,7%)	28,9%	
	Normal	3 (1,8%)	8 (4,4%)	6 (3,3%)	1 (0,6%)	9,4%	
Carbohidratos	Déficit	4 (2,2%)	59 (32,.8%)	24 (13,3%)	6 (3,3%)	51,7%	0,000
	Exceso	3 (1,7%)	3 (1,7%)	2 (1,1%)	0 (0,0%)	4,4%	
	Normal	2 (1,2%)	50 (27,8%)	21 (11,7%)	7 (3,9%)	43,9%	
Proteina	Déficit	3 (1,7%)	36 (20%)	20 (11,1%)	4 (2,2%)	35,0%	0,466
	Exceso	4 (2,2%)	44 (24,4%)	20 (11,1%)	4 (2,2%)	40,0%	
	Normal	1 (0,6%)	32 (17,8%)	7 (3,9%)	5 (2,8%)	25,0%	
Grasa	Déficit	6 (3,4%)	54 (30%)	22 (12,2%)	9 (5,0%)	50,0%	0,229
	Exceso	1 (0,6%)	33 (18,3%)	21 (11,7%)	2 (1,2%)	31,7%	
	Normal	2 (1,2%)	25 (13,9%)	4 (2,2%)	2 (1,2%)	18,3%	
Desequilibrio nutricional	Si	8 (4,5%)	95 (52,8%)	43 (23,9%)	11 (6,.1%)	87,2%	0,0627
	No	0 (0,00%)	17 (9,4%)	4 (2,2%)	2 (1,1%)	12,8%	

Tabla 2. Desequilibrio dietético y su influencia en el estado nutricional

En general se observa que 87,2% de los jóvenes y adultos presentan un desbalance entre carbohidratos, proteínas y grasa de su dieta, sin diferencia significativa por género (p>,05) y donde el 30% de ellos, presentan una malnutrición por exceso y solo el 4,5% tendrían una dieta equilibrada, presentan un exceso de peso (Tabla 2). Sin embargo, se observa también que el 62,2% de jóvenes y adultos mantiene un estado nutricional normal, sin diferencia significativa (p=,0627). A pesar de ello la probabilidad de riesgo entre

enfermos (malnutridos) y sanos vs con y sin desequilibrio dietético, arrojó un valor de 1,9, es decir quienes presentan desequilibrio dietético tienen una probabilidad de riesgo de presentar estados de malnutrición, dos veces más que aquellas personas que no presentan un desajuste en su dieta.

En cuanto a la composición corporal el desequilibrio dietético se relaciona con el 42,8% de sujetos con hipertrofia grasa, que se traduce en ganancia de peso en grasa, con déficit de masa muscular, 30,6% de sujetos con pre-sarcopenia provocando un desbalance de macronutrientes con el componente calórico. Además, en el grupo de estudio se reportó un 6,7% de sujetos con hipertrofia muscular es decir con mejores condiciones metabólicas y de la población que presento una hipertrofia grasa solo el 16,1% registró un exceso en el consumo de grasa (p=,162), y un 10.6% exceso en la ingesta calórica (p=0,413), mientras que no hubo diferencia significativa para la ingesta de proteínas (p=0,445) y carbohidratos (p=,151). Todo esto a la vez se ve afectado aún más por la presencia de sedentarismo en el 48,3% de sujetos, sobre todo en los adultos.

Mediante la historia dietética se identificó, la frecuencia del consumo de comidas rápidas que incluyen pizza, hamburguesas, papas fritas, pollo frito, gaseosas, jugos procesados, productos de bollería, cakes y snacks como doritos, papas chips.

El 50,7% consume esporádicamente comida rápida, semanalmente el 31,3% y solo el 1,8% de las personas consumen a diario este tipo de comida (Tabla 3); aun así este consumo poco frecuente tiene una relación significativa con la ganancia de peso (26,1%) (p= ,00); a su vez con la presencia del riesgo cardiovascular (17,3%) y alteración de la composición corporal como mayor hipertrofia grasa (42,2%) y presencia de pre-sarcopenia (30,6%).

La ingesta de dulces esporádicamente de helados, gaseosas, tortas y donas, llega al 88.8%, (Tabla 3), pero no se observa una diferencia significativa con respecto al estado nutricional, riesgo cardiovascular y composición corporal (p>,05), el 34% de personas con baja frecuencia de consumo, presenta sobrepeso y obesidad, y el 15% riesgo cardiovascular alto. El consumo de snacks, también es poco frecuente, pero se observa ganancia del peso (33,3%) (Tabla 3), riesgo cardiovascular (15%), e incremento de reservas del tejido adiposo (61%).

Estado Nutricional	Frecuencia de Consumo					Total	Px
	Anual	Mensual	Semanal	Diario	No consumen		
COMIDA RÁPIDA							
Bajo Peso	0 (0%)	21 (2,9%)	11 (1.5%)	0 (0%)	0 (0%)	32 (4,4%)	0,001
Normal	21 (2,9%)	223 (31,0%)	142 (19,7%)	8 (1,1%)	54 (7,5%)	448 (62,2%)	
Obesidad	4 (0,6%)	39 (5,4%)	9 (1,3%)	0 (0%)	0 (0%)	52 (7,2%)	
Sobrepeso	22 (3,1%)	82 (11,4%)	63 (8,8%)	5 (0,7%)	16 (2,2%)	188 (26,1%)	
Total	47 (6,5%)	365 (50,7%)	235 (31,3%)	13 (1,8%)	70 (9,7%)	720 (100%)	
DULCES - GASEOSAS - BOLLERIA							
Bajo Peso	0 (0%)	17 (3,2%)	6 (1,1%)	0 (0%)	1 (0,2%)	24 (4,5%)	0,067
Normal	3 (0,6%)	237 (44,7%)	63 (11,9%)	5 (0,9%)	18 (3,4%)	326 (61,5%)	
Obesidad	0 (0%)	29 (5,5%)	3 (0,6%)	1 (0,2%)	6 (1,1%)	39 (7,4%)	
Sobrepeso	2 (0,4%)	95 (17,9%)	21 (4,0%)	5 (0,9%)	18 (3,4%)	141 (26,6%)	
Total	5 (0,9%)	378 (71,3%)	93 (17,5%)	11 (2,1%)	43 (8,1%)	530(100%)	
SNACKS							
Bajo Peso	0 (0,0%)	8 (4,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	8 (4,4%)	0,052
Normal	0 (0,0%)	78 (43,3%)	19 (10,6%)	3 (1,7%)	12 (6,7%)	112 (62,2%)	
Obesidad	0 (0,0%)	10 (5,6%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	2 (1,1%)	13 (7,2%)	
Sobrepeso	0 (0,0%)	30 (16,7%)	10 (5,6%)	1 (0,6%)	6 (3,3%)	46 (26,1%)	
Total	0 (0,0%)	126 (70%)	30 (16,7%)	4 (2,2%)	20 (11,1%)	180 (100%)	

Tabla 3. Frecuencia de consumo de alimentos en relación al Estado Nutricional

DISCUSIÓN

La ingesta equilibrada de nutrientes está relacionada con una buena salud, mientras que el desequilibrio de nutrientes, presenta una deficiencia o exceso de ciertos nutrientes, llegando a afectar a las personas de todas las edades y grupos socioeconómicos, dando un efecto negativo en la calidad de vida de la población (8)

La occidentalización de la dieta y los hábitos alimentarios globales han incrementado el consumo de comidas rápidas, azúcares simples, grasas animales, dejando de lado el consumo de una dieta basada en frutas, verduras y cereales integrales (9), esta globalización de la dieta ha llevado a que la población presente mayor probabilidad de tener obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes entre otras.

De acuerdo con el índice de masa corporal obtenido en el estudio, el sobrepeso y obesidad corresponde a la tercera parte de la población estudiada, prevalencia menor a la encontrada en un estudio realizado en el año 2022 entre la población ecuatoriana de 19 a 50 años, donde el problema de sobrepeso y obesidad fue del 64.68%. Sin embargo, los datos se asemejan a los encontrados por la OMS en junio de 2021, en donde la prevalencia de este problema a nivel mundial es del 39%, siendo el sexo femenino el más afectado.

Así mismo se señala que el cuerpo humano obedece a la ley de conservación de energía, que se refiere a la relación entre ingreso y almacenamiento energético y la

salida o gasto de la misma, donde la combustión de los macronutrientes procedente de los alimentos, libera energía química a través del complejo proceso de fosforilación oxidativa en la mitocondria, pero no todos los macronutrientes son absorbidos por completo por el organismo, la proteína no sufre combustión completa sino que produce urea y amoniaco y de esta manera todo la energía consumida se almacena en forma de grasa en el cuerpo(10), lo que influye en la composición corporal de la persona a través del tiempo. Varios estudios han demostrado que la proporción de macronutrientes en la dieta con relación al total de calorías aportada puede influir en la ganancia de peso como grasa corporal, un grupo de expertos de la OMS en Technical Report Series n° 724. Geneva: WHO; 1985 determinó, que la ingesta de calorías debe cubrir el nivel medio de las necesidades establecidas para una población, mientras que la ingesta de macronutrientes puede variar (11).

El análisis cuantitativo de la dieta a través del método de recordatorio de 24 horas y analizado por medio del programa NutriSurvey uno de los softwares recomendados por la FAO, arroja que de 180 participantes el 87,2% presentan un desequilibrio en la composición de su dieta, sin embargo, la mitad de los participantes presentan un estado nutricional normal, este fenómeno se podría explicar por le edad de la población, debido a que la edad que predomina está comprendida entre 17 y 40 años, la actividad física es mayor que en otros grupos etarios; en el estudio se pudo observar que el sobrepeso y obesidad está en el 30% de los individuos que presentan un desequilibro en su dieta sea por exceso o por déficit.

Al ser la obesidad un problema crónico, multifactorial, en donde la interacción de variantes genéticas y un ambiente obesogénico ha hecho que desde los años 80 hasta el 2014 el número de personas con este padecimiento se duplique según datos de la OMS, se estima que para el 2035 habrá 4 mil millones de personas con este problema (12). La mayor parte de estudios han identificado como la etiología de la obesidad, al incremento de la ingesta energética total, la falta de actividad física y los malos hábitos alimentarios a través de occidentalización de la dieta, sin embargo, varios han sido los intentos por relacionar la presencia de la obesidad con la variación en la ingesta de macronutrientes y pocos estudios han sido de tipo descriptivo con poca capacidad de realizar inferencias epidemiológicas significativas (13).

La idea de que la obesidad está dada por un alto consumo de calorías en la dieta, podría no ser del todo cierto, así lo describen algunos estudios (14), en el estudio planteado, se observa que la presencia de sobre peso y obesidad está en el 18.3% de los individuos que presentan una ingesta calórica deficiente, es decir que no cumplen con el requerimiento mínimo para el día, mientras que un 9.4% de los participantes con obesidad según el IMC, tiene un consumo calórico mayor de la ingesta dietética recomendada (RDI) según su peso, talla edad, sexo y actividad física, las mujeres son las que mayor déficit energético presenta (61,7%) esta observación de los datos obtenidos, son comparables con un estudio realizado por Calvo y col., en una población entre 5,5 a 18 años, en donde a pesar de que

los datos no establecen una correlación de dicho planteamiento en su población de estudio la ingesta calórica baja estaba presente más en aquellos niños y adolescentes con sobre peso y obesidad (14).

Dado que la ingesta total de energía es muy variable entre individuos, aumentar el consumo de un macronutriente, significa disminuir la ingesta de otros, por lo que el consumo equilibrado de proteínas, carbohidratos y grasas en la dieta, ayuda a mejorar la composición corporal, prevenir la obesidad y mejorar el estado de salud de la personas, mientras que una dieta isocalórica, en donde la deficiencia de un nutriente es remplazado por otro, para mantener la misma ingesta calórica total, arroja resultados desfavorables en la alteración de la composición corporal de los individuos (15).

De acuerdo con los resultados de consumo excesivo o deficitario de los macronutrientes en la población investigada, se tiene una baja ingesta de hidratos de carbono en la dieta tanto en hombres como mujeres y a su vez una estrecha relación con la presencia de sobrepeso y obesidad (p=0,000), mientras que con la composición corporal no se observa algún tipo de relación (p=0,151), aun se ve que el 22,8% de individuos con esta característica presentan mayores reservas de tejido blanco subcutáneo. Las principales funciones de la proteína en el organismo van desde la regeneración de tejidos, hasta la síntesis de proteína a nivel muscular, pero para que este proceso se dé, la ingesta energética de carbohidratos y grasas debe ser adecuada, sino el metabolismo de proteínas sufrirá alteraciones, dando como resultado una pérdida de masa muscular, así lo demostró Noakes et al., en su estudio controlado sobre la composición corporal y el riesgo cardiovascular, indica que una dieta pobre en carbohidratos no está asociado con el ahorro de proteínas, ya que sus datos en base absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), demostraron que no solamente la baja ingesta de carbohidratos sino también la de lípidos en la dieta, provocaron un reducción significativa de la masa magra por la reclutación de aminoácidos del músculo, para mantener los niveles de glucosa en sangre por medio de la gluconeogénesis (16).

Varias investigaciones relacionan el tipo de ácidos grasos que componen la dieta con la presencia de obesidad, resistencia a la insulina, por ende mayor riesgo de enfermedades de tipo metabólico, en donde los ácidos grasos de cadena larga (AGL) de tipo saturado, no solo provocan depósitos de grasa a nivel subcutáneo sino también a nivel visceral (17)(18).

Al igual que la ingesta de grasa en la dieta, los resultados obtenidos por medio del análisis dietético sobre el consumo alto o bajo de proteína y su relación con la presencia de sobrepeso u obesidad, tampoco expresa una asociación directa (p=0,446) condición semejante sucede con la composición corporal (p=0,445). Varias investigaciones describen que, dietas altas en proteínas podrían tener efecto benéfico en el control de peso(19), pero en realidad la información aún no es convincente, por ejemplo, un estudio realizado en niños, analizó si el suministro de proteínas durante la infancia hasta los 11 años podría interferir en el rebote de la adiposidad y el incremento del IMC, dichos resultados arrojaron una relación

positiva entre ingestas altas de proteína con el incremento del índice de adiposidad e IMC (20). Varios estudios sugieren que la proteína de origen animal proveniente de carnes, lácteos y cárnicos procesados están asociados con ganancias de peso por su alto contenido de grasa saturada, y consideran a las proteínas vegetales como más favorables para prevenir la ganancia de peso (9). En el presente estudio la tendencia de ganancia de peso corporal en relación a la ingesta proteica para las dos condiciones tanto por exceso o por déficit es similar con 13,3%, sin embargo, tanto el déficit como el exceso y el alto consumo de este macronutriente, conlleva a una mayor acumulación del tejido adiposo subcutáneo en los individuos, también se observa que el 25% presenta depleción de masa muscular y más aún en individuos con estado nutricional normal según el IMC, si consideramos esta relación de incremento de grasa corporal y pérdida de masa muscular, se podría sugerir el padecimiento de Sarcopenia de la Obesidad (SO), situación que se creía una condición solo del adulto mayor y que según varios estudios en la actualidad se presenta hasta en las poblaciones pediátricas y en adultos jóvenes, la misma que está asociada con enfermedades cardio metabólicas, inflamación y salud mental de los individuos (15).

Este estudio también analizó si el consumo mensual, semanal o diario de comidas rápidas; dulces y snacks, se relacionan con la ganancia del peso, incremento de reservas del tejido adiposo y riesgo cardiovascular, se observó, que la ingesta de dulces y snacks no son un factor determinante para las alteraciones de peso y la composición corporal (p=>0,05), esta condición no etiqueta a estos productos como seguros, al contrario según estudios en ratones a través de estudios de geometría nutricional, determinaron que la mezcla de productos que combinan la grasa con azúcares y productos con glucosa y fructosa, están relacionados con el incremento de grasa visceral y la resistencia a la insulina (21), a pesar de no existir una estrecha relación sobre todo con alimentos dulces y snacks, el problema del incremento de peso y tejido adiposo subcutáneo está presente en la población con frecuencia de consumo mensual de estos seudo alimentos, lo que hace suponer, que su influencia podría ser leve en la alteración del estado nutricional y la composición corporal, al ser productos ricos en grasas trans y que contienen azúcares simples, podrían incrementar procesos inflamatorios y de estrés oxidativo (9) (21), modificando la expresión genética y aumentado el riesgo de la población de padecer anomalías metabólicas.

CONCLUSIÓN

El estudio evidenció que, la mayoría de la población presento un desequilibrio dietético por el consumo de nutrientes, generando malnutrición tanto por exceso como por déficit.

Por otra parte, el consumo de comidas rápidas tiene relación significativa con la presencia de sobrepeso, obesidad, composición corporal y riesgo cardiovascular; aunque exista un consumo esporádico de este tipo de productos, son los que mayores

complicaciones metabólicas pueden presentar por su alto contenido de grasa saturada. Los hábitos alimentarios y procesos inflamatorios generados por la acumulación de grasas corporal, independientemente del estado nutricional según el IMC, pudiesen tener mayor relación con patologías cardio vasculares.

Concluimos que el tratamiento dietético nutricional, no debe estar enfocado en la restricción calórica, sino en el balance de macronutrientes, acorde a la cantidad de calorías, a la reducción del tejido adiposo subcutáneo, conservación de la masa muscular y no solo a la pérdida de peso.

RECONOCIMIENTO

Los investigadores agradecen a quienes participaron en la investigación, y proporcionaron la información solicitada, así como a la Universidad Técnica de Ambato.

AUTORIZACIONES

Los autores expresan que no existen conflictos de interés y se hacen responsables del contenido del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Santos FL, Esteves SS, da Costa Pereira A, Yancy WS, Nunes JPL. Systematic review and meta-analysis of clinical trials of the effects of low carbohydrate diets on cardiovascular risk factors. Obes Rev. noviembre de 2012;13(11):1048-66.

2. Zheng Y, Li Y, Satija A, Pan A, Sotos-Prieto M, Rimm E, et al. Association of changes in red meat consumption with total and cause specific mortality among US women and men: two prospective cohort studies. BMJ. 12 de junio de 2019;365:l2110.

3. Liu Q, Rossouw JE, Roberts MB, Liu S, Johnson KC, Shikany JM, et al. Theoretical Effects of Substituting Butter with Margarine on Risk of Cardiovascular Disease. Epidemiology. enero de 2017;28(1):145-56.

4. Marian M, Sacks G. Micronutrients and older adults. Nutr Clin Pract. 2009;24(2):179-95.

5. Mayer-Davis E, Leidy H, Mattes R, Naimi T, Novotny R, Schneeman B, et al. WHAT IS THE RELATIONSHIP BETWEEN BEVERAGE CONSUMPTION AND GROWTH, SIZE, BODY COMPOSITION, AND RISK OF OVERWEIGHT AND OBESITY? En: Beverage Consumption and Growth, Size, Body Composition, and Risk of Overweight and Obesity: A Systematic Review [Internet] [Internet]. USDA Nutrition Evidence Systematic Review; 2020 [citado 31 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK579048/

6. Kang M, Choi SY, Jung M. Dietary intake and nutritional status of Korean children and adolescents: a review of national survey data. Clin Exp Pediatr. 28 de diciembre de 2020;64(9):443-58.

7. Kim HN, Song SW. Associations between Macronutrient Intakes and Obesity/Metabolic Risk Phenotypes: Findings of the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. Nutrients. 14 de marzo de 2019;11(3):628.

8. Drewnowski A, Popkin BM. The nutrition transition: new trends in the global diet. Nutr Rev. febrero de 1997;55(2):31-43.

9. Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men | NEJM [Internet]. [citado 31 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa1014296

10. Chow CC, Hall KD. The Dynamics of Human Body Weight Change. PLoS Comput Biol. 28 de marzo de 2008;4(3):e1000045.

11. Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy and Protein Requirements (1981: Rome I, Nations F and AO of the U, Organization WH, University UN. Energy and protein requirements : report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation [held in Rome from 5 to 17 October 1981] [Internet]. World Health Organization; 1985 [citado 31 de agosto de 2023]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/handle/10665/39527

12. Malo Serrano M, Castillo M. N, Pajita D. D. La obesidad en el mundo. An Fac med. 17 de julio de 2017;78(2):67.

13. Martín-Calvo N, Ochoa MC, Marti A, Martínez-González MÁ. Asociación entre los macronutrientes de la dieta y la obesidad en la infancia y adolescencia: un estudio de casos y controles. Nutrición Hospitalaria. octubre de 2013;28(5):1515-22.

14. Yang B, Tang C, Shi Z, Gao L. Association of Macronutrients Intake with Body Composition and Sarcopenic Obesity in Children and Adolescents: A Population-Based Analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011–2018. Nutrients. 15 de mayo de 2023;15(10):2307.

15. Manninen AH. Very-low-carbohydrate diets and preservation of muscle mass. Nutr Metab (Lond). 31 de enero de 2006;3:9.

16. Lindqvist C, Holmer M, Hagström H, Petersson S, Tillander V, Brismar TB, et al. Macronutrient composition and its effect on body composition changes during weight loss therapy in patients with non-alcoholic fatty liver disease: Secondary analysis of a randomized controlled trial. Nutrition. 1 de junio de 2023;110:111982.

17. Wali JA, Solon-Biet SM, Freire T, Brandon AE. Macronutrient Determinants of Obesity, Insulin Resistance and Metabolic Health. Biology (Basel). 16 de abril de 2021;10(4):336.

18. Liu X, Li Y, Tobias DK, Wang DD, Manson JE, Willett WC, et al. Changes in Types of Dietary Fats Influence Long-term Weight Change in US Women and Men. J Nutr. 1 de noviembre de 2018;148(11):1821-9.

19. Weigle DS, Breen PA, Matthys CC, Callahan HS, Meeuws KE, Burden VR, et al. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. Am J Clin Nutr. julio de 2005;82(1):41-8.

20. Totzauer M, Escribano J, Closa-Monasterolo R, Luque V, Verduci E, ReDionigi A, et al. Different protein intake in the first year and its effects on adiposity rebound and obesity throughout childhood: 11 years follow-up of a randomized controlled trial. Pediatric Obesity. 2022;17(12):e12961.

21. Wali JA, Ni D, Facey HJW, Dodgson T, Pulpitel TJ, Senior AM, et al. Determining the metabolic effects of dietary fat, sugars and fat-sugar interaction using nutritional geometry in a dietary challenge study with male mice. Nat Commun. 21 de julio de 2023;14(1):4409.

O EFEITO DA DIETA MEDITERRÂNEA COMO TERAPIA NUTRICIONAL DE PACIENTES COM OBESIDADE E FIBRILAÇÃO ATRIAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de submissão: 28/11/2023 *Data de aceite: 01/02/2024*

Julia Aimê Rêgo Noronha
Faculdade Adventista da Bahia
Cachoeira-Bahia
https://lattes.cnpq.br/9695345043637529

Simone Cunto da Silva
Faculdade Adventista da Bahia
Cachoeira-Bahia
https://orcid.org/0009-0008-7653-8874

Gabrielly Sobral Neiva
Faculdade Adventista da Bahia
Cachoeira-Bahia
http://lattes.cnpq.br/1281618287642259

RESUMO: Introdução: A fibrilação atrial é uma arritmia cardíaca caracterizada por contrações irregulares no átrio do coração. Os desfechos clínicos da fibrilação atrial em pacientes com sobrepeso e obesidade podem ser graves e incluem maior risco de complicações cardiovasculares e mortalidade. Além disso, a adoção de terapias nutricionais como a dieta mediterrânea é importante para o tratamento de doenças cardiovasculares devido sua característica cardioprotetora. **Objetivo**: Identificar os efeitos da dieta mediterrânea como terapia nutricional de indivíduos acometidos de obesidade e fibrilação atrial. **Métodos**: Esta é uma revisão integrativa. As buscas foram realizadas no período de agosto a setembro de 2023 nas bases de dados PubMed e BVS. Os critérios de inclusão foram publicações com texto e traduções nos idiomas português, inglês e espanhol na íntegra, publicados entre os anos de 2018 a 2023 e do tipo ensaios clínicos controlados e randomizados. Como critérios de exclusão artigos que não possuem afinidade com a temática da fibrilação atrial e obesidade associadas a dieta mediterrânea e protocolos clínicos, artigos que avaliaram gestantes e artigos que associaram a fibrilação atrial a doenças como diabetes mellitus, acidente vascular cerebral e doenças do sistema respiratório. **Resultados e Discussão**: Foram encontrados nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde um total de 866 artigos, sendo que 29 artigos se encaixaram nos critérios aplicados. **Considerações finais**: Os estudos avaliados demonstraram que o sobrepeso e a obesidade são tidos como um fator de risco para o surgimento da FA e de complicações durante a aplicação de protocolos de tratamento como a terapia anticoagulante e outros manejos para tratar doenças cardiovasculares, dentre eles, a dieta mediterrânea mostrou resultados

positivos no tratamento desses indivíduos. A dieta mediterrânea facilita a perda de peso e a melhora do quadro da fibrilação atrial em fase de internação hospitalar ou acompanhamento clínico.
PALAVRAS-CHAVE: Fibrilação Atrial; Dieta Mediterrânea; Terapia Nutricional; Obesidade.

THE EFFECT OF THE MEDITERRANEAN DIET AS A NUTRITIONAL THERAPY FOR PATIENTS WITH OBESITY AND ATRIAL FIBRILLATION: AN INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT: Introduction: Atrial fibrillation is a heart arrhythmia characterized by irregular contractions in the atrium of the heart. Clinical outcomes of atrial fibrillation in overweight and obese patients may be severe and include increased risk of cardiovascular complications and mortality. Among the preventive and therapeutic measures that can be adopted are weight loss, lifestyle changes, blood pressure control, diabetes mellitus treatment, and the use of antiarrhythmic drugs. In addition, the adoption of nutritional therapies such as the Mediterranean diet is important for the treatment of cardiovascular diseases due to its cardioprotective characteristic. **Objective:** Identify the effects of the Mediterranean diet as nutritional therapy of individuals suffering from obesity and atrial fibrillation. **Methods:** This is an integrative review. The searches were carried out between August and September 2023 in the databases PubMed and BVS. The criteria for inclusion were publications with text and translations in the Portuguese, English and Spanish languages in their entirety, published between the years 2018-2023 and of the type controlled and randomized clinical trials. As exclusion criteria articles that do not have affinity with the theme of atrial fibrillation and obesity associated with the Mediterranean diet and clinical protocols, articles that have evaluated pregnant women and articles that associated atrial fibrillation with diseases such as diabetes mellitus, stroke and diseases of the respiratory system. **Results and Discussion:** A total of 866 articles were found in the databases PubMed and Virtual Library in Health, 29 of which matched the criteria applied. **Concluding considerations:** The evaluated studies have shown that overweight and obesity are considered as a risk factor for the emergence of FA and complications during the application of treatment protocols such as anticoagulant therapy and other ways to treat cardiovascular diseases, among them, the Mediterranean diet has shown positive results in the treatment of these individuals. The Mediterranean diet facilitates weight loss and the improvement of the picture of atrial fibrillation at the stage of hospitalization or clinical follow-up.
KEYWORDS: Atrial Fibrillation; Diet Mediterranean; Therapy Nutritional; Overweigh.

INTRODUÇÃO

A fibrilação atrial (FA), é considerada a arritmia cardíaca mais comum em todo o mundo com prevalência de 33,5 milhões de pacientes, sendo caracterizada por contrações irregulares no átrio cardíaco. É visto que, pacientes com sobrepeso ou obesidade têm um risco aumentado de desenvolver fibrilação atrial e, também, acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca. Os efeitos da fibrilação atrial em pacientes com sobrepeso e obesidade podem ser graves e incluem maior risco de complicações cardiovasculares e mortalidade (SAGRIS et al., 2021).

Assim, é fundamental identificar precocemente a presença de fibrilação atrial em pacientes com sobrepeso e obesidade e adotar medidas terapêuticas eficazes. Além disso, a obesidade também está associada a outros fatores de risco, como hipertensão arterial sistêmica e diabetes mellitus, que podem contribuir para o desenvolvimento da fibrilação atrial (STROMBERG et al., 2014; FROST et al., 2018).

Assim sendo, entre as medidas preventivas e terapêuticas que podem ser adotadas estão a perda de peso, mudanças no estilo de vida, controle da pressão arterial, controle glicêmico, terapia farmacológica e a adoção da dieta mediterrânea como dietoterapia. Além disso, existem evidências de que dietas com baixo teor de gorduras saturadas, rica em óleos vegetais, com alta ingestão de vegetais folhosos, leguminosas, frutas, cereais integrais, nozes e ingestão moderada de peixe e outras carnes, laticínios e baixa ingestão de ovos e doces desempenham efeito cardioprotetor (WANG et al., 2023).

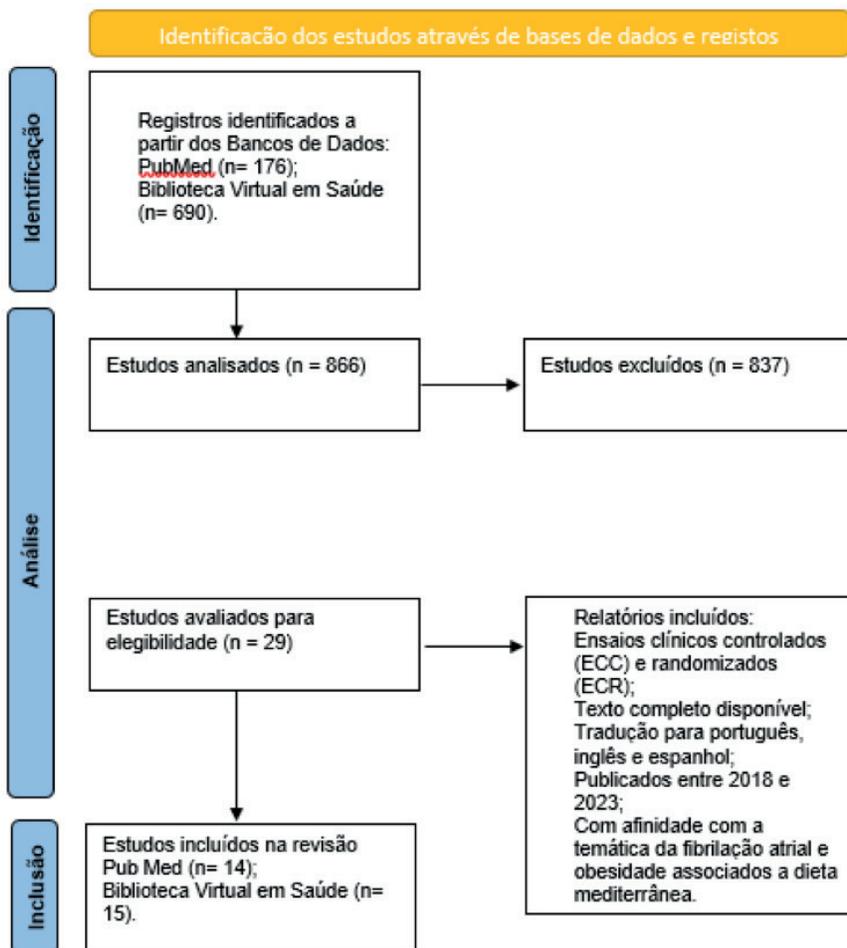
A dieta mediterrânea pode ser definida como pobre em gordura saturada e rica em óleos vegetais e evoluiu ao longo dos anos como protocolo de tratamento nomeado MedDiet, a adoção da dieta mediterrânea se enquadra como terapia nutricional para FA, devido a presença de flavonoides, ácido graxos insaturados e por ser fonte de vitaminas e minerais (DAVIS et al., 2015). É importante uma análise da literatura para obter um posicionamento científico sobre os efeitos fisiopatológicos e nutricionais nesse perfil de pacientes. Este artigo tem como objetivo identificar os efeitos da dieta mediterrânea como terapia nutricional de indivíduos acometidos de obesidade e fibrilação atrial.

METODOLOGIA

Esta é uma revisão integrativa de ensaios clínicos (SOUZA et al., 2010). As buscas foram realizadas no período de agosto a setembro de 2023 nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), através dos descritores: Fibrilação Atrial (Atrial Fibrillation), Obesidade (Obesity), Protocolos Clínicos (Clinical Protocols) e Dieta Mediterrânea (Diet Mediterranean), ambos retirados da plataforma Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Heading (DeCS/MeSH) e com cruzamentos feitos com o operador booleanos “and”. Sendo, “Atrial Fibrillation and Obesity”, “Atrial Fibrillation and Clinical Protocols”, Atrial Fibrillation and Diet Mediterranean” e “Obesity and Diet Mediterranean”.

Os critérios de inclusão utilizados foram publicações com texto e traduções nos idiomas português, inglês e espanhol na íntegra, publicados entre os anos de 2018 a 2023 e do tipo ensaios clínicos controlados e randomizados. Foram adotados como critérios de exclusão artigos que não possuem afinidade com a temática da fibrilação atrial e obesidade associadas a dieta mediterrânea e protocolos clínicos, artigos que avaliaram gestantes e artigos que associaram a fibrilação atrial a doenças como diabetes mellitus, acidente vascular cerebral e doenças do sistema respiratório.

RESULTADOS

Foram encontrados nas bases de dados PubMed e BVS um total de 866 artigos. Dentre esses, 29 artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Com os descritores Fibrilação Atrial (Atrial Fibrillation), Obesidade (Obesity), Protocolos Clínicos (Clinical Protocols) e Dieta Mediterrânea (Diet Mediterranean), sendo 14 estudos do tipo ensaio clínico randomizado encontrados na PubMed e outros 15 estudos do tipo ensaio clínico controlado encontrados na PubMed e na BVS. Como pode ser observado abaixo no fluxograma 1.

Fluxograma 1: Cruzamentos dos Descritores.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023; Adaptado de PRISMA, 2020.

As informações referentes ao ano de publicação dos estudos, locais de origem, detalhes sobre delineamento dos estudos e principais informações descritas nos resultados dos estudos encontram-se descritas no quadro 1. Dentre os achados mais recentes foram 2 artigos publicados em 2023, os mais antigos foram 4 artigos publicados em 2018, o local de predominância publicações foi a China com 8 artigos dentre os achados e os protocolos clínicos utilizados que relacionam a dieta mediterrânea com a fibrilação atrial formam o PREDIMED-Plus com 5 artigos e o MedDiet com 23 artigos.

Título, autor, ano de publicação	Objetivo	Método	Resultados
Acilcarnitinas plasmáticas e risco de insuficiência cardíaca incidente e fibrilação atrial: o estudo Prevenção com dieta mediterrânea. Miguel Ruiz-Canela et al., 2022.	Avaliamos a associação entre os níveis plasmáticos de acilcarnitina e a incidência de IC ou FA, e se a dieta mediterrânea (MedDiet) pode atenuar a associação entre acilcarnitinas e risco de IC ou FA.	Dois estudos caso-controle aninhados no ensaio Prevenção com dieta mediterrânea (PREDIMED). Participantes de alto risco cardiovascular foram recrutados na Espanha: 326 casos incidentes de IC e 509 casos de FA, combinados individualmente com 1 a 3 controles. As interações aditivas e multiplicativas foram avaliadas por grupo intervenção, obesidade (índice de massa corporal ≥ 30 kg/m^2) e diabetes tipo 2.	Entre os indivíduos com alto risco cardiovascular, as acilcarnitinas de cadeia longa elevadas foram associadas a um maior risco de IC e FA incidentes. Uma intervenção com azeite extravirgem MedDiet pode reduzir o risco de FA associado às acilcarnitinas de cadeia longa.
Mapeamento e ablação de driver de veia extrapulmonar para fibrilação atrial persistente em pacientes obesos. Xiao Feng Hu et al., 2021.	O objetivo deste estudo foi determinar se a ablação por driver trata efetivamente a fibrilação atrial (FA) persistente em pacientes obesos.	Distribuímos aleatoriamente 124 pacientes obesos com FA persistente em dois grupos, um submetido à ablação convencional (n = 62) e outro submetido à ablação por driver (n = 62). Sessenta e dois pacientes não obesos com FA persistente submetidos a ablação por driver serviram como controles pareados.	A obesidade está associada ao aumento da complexidade do condutor. A ablação por condução melhora os resultados a longo prazo em pacientes obesos com FA persistente.
Relação entre índice de massa corporal e resultados em pacientes com fibrilação atrial tratados com edoxabana ou varfarina no estudo ENGAGE AF-TIMI 48. Giuseppe Boriani et al., 2019.	Investigar a relação entre índice de massa corporal (IMC) e desfechos em pacientes com fibrilação atrial (FA).	No ensaio ENGAGE AF-TIMI 48, os pacientes com FA foram randomizados para receber varfarina (razão normalizada internacional 2,0-3,0) ou edoxabana. A coorte (N = 21.028) incluiu pacientes de todas as categorias de IMC (kg/m2): baixo peso (<18,5) em 0,8%, normal (18,5 a <25) em 21,4%, sobrepeso (25 a <30) em 37,6%, obesidade moderada (30 a <35) em 24,8%, obesidade grave (35 a <40) em 10,0% e obesidade muito grave (≥40) em 5,5%.	Um IMC aumentado foi independentemente associado a um menor risco de acidente vascular cerebral/AVC, melhor sobrevivência, mas aumento do risco de hemorragia. Os perfis de eficácia e segurança do edoxabano foram semelhantes em todas as categorias de IMC, variando entre 18,5 e >40.
Cardioversão da fibrilação atrial em pacientes obesos: resultados do ensaio clínico randomizado e controlado Cardioverção-BMI. Aleksandr Voskoboinik et al., 2019.	A obesidade está associada a maior falha de cardioversão elétrica (ECV) na fibrilação atrial persistente (PeAF). Para facilitar o uso, muitos centros preferem patches em vez de pás. Avaliamos a modalidade ideal e o vetor de choque, bem como a segurança e eficácia da técnica de Aumento de Pressão Manual (AMP).	Pacientes com obesidade (IMC ≥ 30) e FAPe submetidos a VEC com desfibrilador bifásico foram randomizados em um dos quatro braços por modalidade (adesivos ou pás manuais) e vetor de choque (anteroposterior [AP] ou antero-apical [AA]). Se os dois primeiros choques (100 e 200 J) falhassem, os pacientes recebiam um choque de 200 J usando a modalidade alternativa (adesivo ou pá).	O uso rotineiro de adesivos de 2/00 J é inadequado na obesidade. As estratégia/s que melhora/m o sucesso incluem o uso de pás,MPA e escalada para 360 J.

Metabolismo da via de degradação do triptofano-quinurenina e risco de fibrilação atrial e insuficiência cardíaca: potencial efeito de modificação da dieta mediterrânea. Cristina Razquin et al., 2021.	Nosso objetivo foi analisar prospectivamente as associações de metabólitos relacionados à quinurenina com o risco de IC e FA e analisar uma possível modificação do efeito pelas intervenções randomizadas do ensaio PREDIMED (Prevenção com Dieta Mediterranea) com dieta mediterrânea (MedDiet).	Foram desenhados dois estudos caso-controle aninhados no estudo PREDIMED. Selecionamos 324 casos incidentes de IC e 502 casos incidentes de FA, combinados individualmente com ≤3 controles. Modelos de regressão logística condicional foram ajustados. As interações com a intervenção foram testadas para cada um dos metabólitos plasmáticos da linha de base medidos por LC-MS em tandem.	Descobrimos que os metabólitos da via triptofano-quinurenina foram prospectivamente associados a maior risco de IC e, em menor grau, ao risco de FA. Além disso, foi observada uma modificação de efeito pelo MedDiet para a associação entre metabólitos plasmáticos relacionados à quinurenina basal e o risco de IC, mostrando que a associação positiva de níveis aumentados desses metabólitos e IC foi restrita ao grupo controle.
Viabilidade de anticoagulantes orais diretos ininterruptos com mudança temporária para dabigatrana (“ponte de dabigatrana”) para ablação por cateter de fibrilação atrial. Daisetsu Aoyama et al., 2019.	Procuramos investigar a viabilidade de um protocolo DOAC ininterrupto com mudança temporária para dabigatrana (“ponte de dabigatrana”) para ablação de FA.	O estudo consistiu em 137 pacientes consecutivos nos quais os DOACs foram interrompidos no dia do procedimento com ponte de heparina (grupo interrompido) e 135 nos quais os DOACs foram ininterruptos com mudança temporária para dabigatrana durante o período de internação periprocedimento (grupo “ponte de dabigatrana.	A “ponte de dabigatrana” parece ser um protocolo de anti-coagulação razoável para minimizar o risco tromboembólico e, ao mesmo tempo, garantir segurança em pacientes submetidos à ablação de FA e em uso de inibidores do fator Xa.
Manutenção dos níveis séricos de potássio ≥3,6 mEq/L versus ≥4,5 mEq/L após cirurgia de revascularização do miocárdio eletiva isolada e a incidência de fibrilação atrial de início recente: resultados do estudo piloto e de viabilidade. Niall G Campbell et al., 2022.	Os níveis séricos de potássio são frequentemente mantidos em níveis elevados (≥4,5 mEq/L) para prevenir a fibrilação atrial após cirurgia cardíaca (AFACS), com evidências limitadas. Antes de realizar um ensaio clínico randomizado e controlado de não inferioridade para investigar a não inferioridade da manutenção de níveis ≥3,6 mEq/L em comparação com esta estratégia, os autores queriam avaliar a viabilidade, aceitabilidade e segurança do recrutamento para tal ensaio.	Estudo piloto e de viabilidade do protocolo completo do ensaio. Dois hospitais universitários de atendimento terciário. Um total de 160 indivíduos submetidos à primeira cirurgia eletiva de revascularização miocárdica isolada. Randomização (1:1) para protocolos que visam manter o potássio sérico em ≥3,6 mEq/L ou ≥4,5 mEq/L após a chegada à unidade de cuidados pós-operatórios e por 120 horas ou até a alta hospitalar ou AFACS ocorrer, o que for aconteceu primeiro.	É viável recrutar e randomizar pacientes para um estudo que avalie o impacto da manutenção das concentrações séricas de potássio ≥3,6 mEq/L ou ≥4,5 mEq/L na incidência de AFACS.
Ensaio supervisionado de redução da obesidade para pacientes com ablação de FA: resultados do ensaio SORT-AF. Nele Gessler et al., 2021.	O controle de peso parece ser benéfico para pacientes obesos com fibrilação atrial (FA); no entanto, os dados randomizados são escassos. Assim, este estudo teve como objetivo investigar a influência da redução de peso nos resultados da ablação da FA.	SORT-AF é um ensaio clínico, prospectivo, randomizado, multicêntrico e patrocinado pelo investigador. Pacientes com FA sintomática (paroxística ou persistente) e índice de massa corporal (IMC) 30-40 kg/m2 foram submetidos à ablação de FA e foram randomizados para redução de peso (grupo 1) ou cuidados habituais (grupo 2), após apneia do sono. triagem e implantação de gravador de loop (ILR). O ponto primário foi definido como carga de FA entre 3 e 12 meses após a ablação da FA.	O estudo SORT-AF mostra que a ablação de FA é segura e bem sucedida em pacientes obesos utilizando monitorização contínua via ILR. Embora o desfecho primário da carga de FA após a ablação não tenha diferido entre os dois grupos, os efeitos da perda de peso e da melhora da atividade física foram benéficos para pacientes obesos com FA persistente, demonstrando a relevância do manejo do estilo de vida como um complemento importante à ablação de FA nesta configuração.

Estudo de prevenção de arritmias recorrentes com dieta mediterrânea (PREDIMAR) em pacientes com fibrilação atrial: justificativa, desenho e métodos. M. Bairro-López et al., 2020.	A fibrilação atrial (FA) é a arritmia cardíaca mais comum. A ablação por cateter visa restaurar o ritmo sinusal. No entanto, recaídas ocorrem em até 30% dos pacientes. Uma dieta mediterrânica (MedDiet) enriquecida com azeite extravirgem (EVOO) reduziu substancialmente a incidência de FA no ensaio PREDIMED. O PREDIMAR testará uma intervenção semelhante na prevenção secundária.	PREDIMAR é um ensaio multicêntrico, randomizado e cego que testa o efeito de um MedDiet enriquecido com EVOO para reduzir recidivas de taquiarritmia após a ablação de FA. O resultado primário é a recorrência de qualquer taquiarritmia atrial sustentada após a ablação (excluindo aquelas que ocorrem apenas durante os primeiros 3 meses após a ablação). O tamanho final da amostra alvo é de 720 pacientes (360 por grupo) recrutados em 4 hospitais espanhóis. Uma intervenção remota, mantida por 2 anos, é entregue ao grupo de intervenção ativa, incluindo ligações periódicas de um nutricionista e fornecimento gratuito de EVOO. O grupo de controle receberá intervenção retardada após a conclusão do ensaio.	O recrutamento começou em março de 2017. Até julho de 2019, 609 pacientes foram randomizados (taxa média de inclusão: 5,3 pacientes/semana). As taxas de retenção após 18 meses são >94%. Se a nossa hipótese for confirmada, será comprovada a utilidade do MedDiet enriquecido com EVOO em retardar a progressão da FA, prevenindo recorrências e potencialmente reduzindo complicações.
Uma intervenção nutricional remota para mudar os hábitos alimentares de pacientes submetidos à ablação de fibrilação atrial: ensaio clínico randomizado. Letícia Goni et al., 2020.	Este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de uma intervenção nutricional baseada na dieta mediterrânea fornecida remotamente na obtenção de mudanças dietéticas favoráveis no contexto de um ensaio de prevenção secundária de fibrilação atrial (FA).	O estudo prevenção de arritmias recorrentes com dieta mediterrânea (PREDIMAR) é um estudo multicêntrico, randomizado, controlado e simples-cego de 2 anos para avaliar o efeito da dieta mediterrânea enriquecida com azeite extra virgem (EVOO) na prevenção da taquiarritmia atrial recidiva após ablação por cateter. Os participantes em ritmo sinusal após a ablação foram designados aleatoriamente para um grupo de intervenção (dieta mediterrânea enriquecida com EVOO) ou um grupo controle (atendimento clínico habitual). A intervenção nutricional remota incluiu contatos telefônicos (1 a cada 3 meses) e intervenções baseadas na web com fornecimento de recomendações dietéticas, e os participantes tiveram acesso a uma página web, um aplicativo móvel e recursos impressos.	A intervenção nutricional remota através de website e telefonemas parece ser eficaz no aumento da adesão ao padrão de dieta mediterrânica entre pacientes com FA tratados com ablação por cateter.
Efeito de um programa de intervenção no estilo de vida com dieta mediterrânea com restrição energética e exercícios na perda de peso e fatores de risco cardiovascular: resultados de um ano do estudo PREDIMED-Plus. Jordi Salas-Salvadó et al., 2019.	Descrevemos as mudanças de 12 meses no peso corporal e nos fatores de risco cardiovascular na prevenção com dieta mediterrânea (PREDIMED)-Plus, um estudo desenvolvido para avaliar a eficácia a longo prazo de uma intervenção intensiva de estilo de vida para perda de peso na prevenção cardiovascular primária.	Adultos com sobrepeso/obesos com síndrome metabólica com idades entre 55-75 anos (n = 626) foram randomizados para uma intervenção intensiva de estilo de vida para perda de peso baseada em uma dieta mediterrânea com restrição calórica, promoção de atividade física e suporte comportamental (IG) ou um grupo controle (GC). Os desfechos primário e secundário foram alterações no peso e nos marcadores de risco cardiovascular, respectivamente.	A intervenção intensiva no estilo de vida PREDIMED-Plus durante 12 meses foi eficaz na diminuição da adiposidade e na melhoria dos fatores de risco cardiovascular em idosos com sobrepeso/obesidade com síndrome metabólica, bem como em indivíduos com ou em risco de diabetes.

Efeito na microbiota intestinal de uma intervenção no estilo de vida de 1 ano com dieta mediterrânea em comparação com dieta mediterrânea com baixo consumo de energia e promoção de atividade física: Estudo PREDIMED-Plus. J. Muralidaran et al., 2021.	Investigar o efeito de uma intervenção intensiva para perda de peso no estilo de vida na microbiota intestinal.	Este é um sub estudo do PREDIMED-Plus (Prevenção com dieta mediterrânea-Plus), um ensaio clínico randomizado realizado em homens e mulheres com sobrepeso/obesidade (55-75 anos) com síndrome metabólica. O grupo de intervenção (GI) foi submetido a uma intervenção intensiva de estilo de vida para perda de peso baseada em uma dieta mediterrânea com restrição energética (MedDiet) e promoção de atividade física, e o grupo controle (GC) foi submetido a uma MedDiet sem restrição energética por 1 ano.	A perda de peso induzida por uma MedDiet com restrição energética e atividade física induz mudanças na microbiota intestinal. O papel das alterações induzidas pelo MedDiet no hospedeiro pode ser através de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta, enquanto que com a restrição energética, essas alterações podem ser moduladas com outros mecanismos, que precisam ser explorados em estudos futuros.
Uma dieta mediterrânea e uma dieta vegana com baixo teor de gordura para melhorar o peso corporal e os fatores de risco cardiometabólico: um ensaio randomizado e cruzado. Neal D. Barnard et al., 2022.	As evidências sugerem que as dietas mediterrâneas e vegana melhoram o peso corporal e os fatores de risco cardiometabólicos, mas a sua eficácia relativa não foi comparada num ensaio aleatorizado.	Num ensaio cruzado randomizado, 62 adultos com excesso de peso foram aleatoriamente designados para uma dieta mediterrânica ou vegana durante um período de 16 semanas. Peso corporal, lipídios plasmáticos, pressão arterial e composição corporal (absorciometria dupla de raios X) foram medidos. As medidas secundárias incluíram resistência à insulina (Avaliação do Modelo de Homeostase, HOMA-IR), sensibilidade oral à insulina à glicose (OGIS) e índices de sensibilidade à insulina prevista (PREDIM).	Uma dieta vegana com baixo teor de gordura melhorou o peso corporal, as concentrações lipídicas e a sensibilidade à insulina, tanto desde o início quanto em comparação com uma dieta mediterrânea. A pressão arterial diminuiu em ambas as dietas, mais na dieta mediterrânea.
Ensaio para incentivar a adoção e manutenção de uma dieta mediterrânea (TEAM-MED): um ensaio piloto randomizado de uma intervenção de apoio de pares para mudança de comportamento alimentar em adultos de uma população do norte da Europa com alto risco de DCV. Caire T McEvoy et al., 2022.	Este estudo teve como objetivo explorar métodos para aumentar a adoção da DM numa população não mediterrânica com alto risco de DCV, incluindo avaliar a viabilidade de uma intervenção desenvolvida de apoio entre pares.	O Ensaio para Incentivar a Adoção e Manutenção de uma Dieta Mediterrâneo foi um ECR piloto de grupo paralelo de 12 meses envolvendo indivíduos com idade ≥ 40 anos, com baixa adesão à DM, com excesso de peso e com risco estimado de DCV ≥ 20% ao longo de dez anos.	Melhorias no IMC, níveis de HbA1c, pressão arterial sistólica e diastólica na população como um todo. Este estudo piloto demonstrou que uma população adulta não mediterrânea com alto risco de DCV pode fazer mudanças no comportamento alimentar durante um período de 12 meses em direção a um DM.
Adesão a índices dietéticos a priori e prevalência basal de fatores de risco cardiovascular no ensaio randomizado PREDIMED-Plus. Ismael Álvarez-Alvarez et al., 2020.	As doenças cardiovasculares continuam sendo a principal causa de morte no mundo. Avaliamos no início do estudo a associação entre a adesão a oito escores dietéticos de alta qualidade a priori e a prevalência de fatores de risco cardiovascular.	Todos os participantes do PREDIMED-Plus (6.874 homens e mulheres com idade entre 55 e 75 anos, com sobrepeso/obesidade e síndrome metabólica) foram avaliados. A prevalência de 4 FRCV (hipertensão, obesidade, diabetes e dislipidemia), utilizando critérios diagnósticos padrão, foi considerada como desfecho. Foi calculada a adesão a oito índices alimentares definidos a priori.	A maior adesão aos índices de qualidade dietética, especialmente ao estilo mediterrâneo e aos escores PDQS, mostrou associações marginais com menor prevalência de FRCV individuais e agrupados entre adultos idosos com síndrome metabólica com alto risco de doença cardiovascular.

Aumento do índice de massa corporal e risco de trombo atrial esquerdo em pacientes com fibrilação atrial não valvular - dados do registro de trombo atrial esquerdo em ecocardiografia trans esofágica (LATTEE). Beata Uzieblo-Zyczkowska et al., 2022.	O objetivo deste estudo foi investigar o efeito do IMC no risco de trombos atriais esquerdos (LAT/s) em pacientes com FA não valvula atrial (FAI) (NV AF/AFI).	Pacientes com diagnóstico de NVAF/AFI (entre novembro de 2018 e maio de 2020).	Apesar destas diferenças na prevalência de fatores de risco tromboembólicos, a incidência de LATsnão aumentou em pacientes com peso corporal anormal (com sobrepeso e obesidade em comparação com pacientes com peso normal) nesta grande coorte da vida real de pacientes com FA/AFI. Isto provavelmente se deve à composição equilibrada quanto à prevalência de fatores de risco tromboembólicos positivos e negativos.
O risco de fibrilação atrial aumenta com o início precoce da obesidade: um estudo mendeliano de randomização. Yingchao, Zhou et al., 2022.	Este estudo teve como objetivo determinar as relações entre a obesidade em diferentes períodos da vida e o risco de FA.	Um desenho de estudo de randomização mendeliana (MR) de duas amostras usando dados resumidos de 6 estudos de associação genômica ampla (GWASs) foi empregado neste estudo. SNP, o limite de significância do genoma foi estabelecido em p <5,00×10-8.	Nosso estudo revela a associação da suscetibilidade genética à obesidade com maior risco de FA. Além disso, uma idade mais precoce de obesidade foi associada a um risco aumentado de FA. Portanto, a conscientização pública sobre os perigos da obesidade e o controle ativo e precoce do peso podem prevenir o desenvolvimento da FA.
Associação entre Índice de Massa Corporal e Resultados Clínicos em Pacientes com Fibrilação Atrial Não Valvar Recebendo Anticoagulantes Orais Diretos: Uma Nova Evidência sobre o Paradoxo da Obesidade na China. Shuyi Wu et al., 2022.	Realizamos um estudo multicêntrico do mundo real na China para avaliar a associação entre o índice de massa corporal (IMC) e os resultados clínicos em pacientes com fibrilação atrial (FA) em uso de anticoagulantes orais diretos (DOACs).	Este é um estudo de coorte multicêntrico retrospectivo realizado em 15 centros na China. Coletamos informações demográficas por meio do sistema de informações. Os resultados clínicos incluem sangramento maior, menor, total, tromboembolismo e morte por todas as causas.	Em pacientes com FANV tratados com DOACs, um IMC mais elevado foi associado a menor sangramento maior e melhor sobrevida. O IMC foi um correlato negativo de sangramento total, mas não de sangramento menor e trombose.
Obesidade infantil geneticamente prevista e fibrilação atrial em adultos: um estudo de randomização mendeliana. Weiqi Chen et al., 2022.	O objetivo deste estudo foi avaliar a associação da obesidade infantil com a fibrilação atrial em adultos por meio de instrumentos genéticos.	Utilizamos um desenho de randomização mendeliana (MR) de duas amostras para avaliar a associação entre obesidade infantil e fibrilação atrial em adultos. Dois conjuntos de variantes genéticas (15 polimorfismos de nucleotídeo único [SNPs] para índice de massa corporal infantil [IMC] e 12 SNPs para obesidade infantil dicotômica) foram selecionados como instrumentos.	Esta análise de RM encontrou uma associação consistente entre a obesidade infantil geneticamente prevista e um risco aumentado de fibrilação atrial em adultos. Mais pesquisas são necessárias para validar nossas descobertas.

Diferenças de IMC entre o manejo hospitalar e os resultados em pacientes com fibrilação atrial: resultados do projeto Care for Cardiovascular Disease na China. Fuxue Deng et al., 2020.	O estado de baixo peso ou obesidade influencia o prognóstico da fibrilação atrial (FA). No entanto, a associação entre a estratificação do índice de massa corporal (IMC) e os resultados hospitalares em pacientes com FA continua ausente na China.	Utilizando dados do projeto Melhorando o Cuidado para Doenças Cardiovasculares na China -AF, que foi lançado em fevereiro de 2015 e recrutou 150 hospitais na China, comparamos características, tratamentos hospitalares e resultados clínicos entre as estratificações de IMC para asiáticos.	Embora o IMC baixo possa estar associado a outras comorbidades e à idade avançada, o IMC abaixo do peso manteve uma correlação negativa com a mortalidade por todas as causas nos pacientes com FA durante a hospitalização.
Índice de massa corporal e mortalidade por todas as causas em pacientes com fibrilação atrial: insights do estudo de registro de fibrilação atrial na China. Lu Wang et al., 2019.	O impacto do índice de massa corporal (IMC) na mortalidade por todas as causas em pacientes com fibrilação atrial (FA) permanece controverso.	Um total de 10.942 pacientes com FA foram prospectivamente inscritos e categorizados em quatro grupos de IMC: baixo peso (IMC < 18,5 kg/m2), peso normal (IMC 18,5-24 kg/m2), sobrepeso (IMC 24-28 kg/m2) e obesidade (IMC ≥ 28 kg/m2). O desfecho primário foi mortalidade por todas as causas. Diferentes modelos de riscos proporcionais de Cox foram realizados para avaliar a associação entre IMC e mortalidade por todas as causas.	Foi encontrada uma relação inversa entre o IMC e a mortalidade por todas as causas em pacientes com FA. Maior risco de mortalidade foi observado em pacientes com baixo peso em comparação com pacientes com IMC normal, enquanto pacientes com sobrepeso e obesidade apresentaram menor risco de mortalidade por todas as causas.
Impacto do índice de massa corporal no resultado da ablação por cateter da fibrilação atrial. Benedict Glover et al., 2019.	Nosso objetivo foi avaliar o impacto do índice de massa corporal (IMC) na recorrência de FA 12 meses após a ablação por cateter usando análise ponderada por propensão. Além disso, complicações periprocedimento e detalhes de fluoroscopia foram examinados para avaliar a segurança geral em relação ao aumento das faixas de IMC.	Dados iniciais, periprocedimento e acompanhamento foram coletados em pacientes consecutivos agendados para ablação de FA. Não houve critérios de exclusão específicos. Os pacientes foram categorizados de acordo com o IMC basal para avaliar os resultados de cada categoria.	Pacientes com IMC basal ≥30 kg/m2 apresentam uma maior taxa de recorrência de FA após a ablação por cateter e, portanto, a modificação do estilo de vida para direcionar a obesidade antes do procedimento deve ser considerada nesses pacientes.
Paradoxo da obesidade no resultado da fibrilação atrial mantido mesmo considerando a influência prognóstica dos biomarcadores: insights do estudo ARISTOTLE. Rpinderk Sandhu et al., 2018.	Nós investigamos a associação entre obesidade e biomarcadores indicando disfunção ou inflamação cardíaca ou renal e sua interação com obesidade e desfechos.	Um total de 14.753 pacientes no estudo Apixabana para redução de acidente vascular cerebral e outros eventos tromboembólicos em fibrilação atrial (ARISTOTLE) forneceram amostras de plasma na randomização para apixabana ou varfarina. O acompanhamento médio foi de 1,9 anos. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi medido no início do estudo e categorizado como normal, 18,5-25 kg/m2; excesso de peso, >25 a <30 kg/m2; e obeso, ≥30 kg/m2. incluíram acidente vascular cerebral embolia sistêmica (EM), infarto do miocárdio (IM), mortalidade cardíaca e por todas as causas e sangramento grave.	Independentemente dos biomarcadores que indicam inflamação ou disfunção cardíaca ou renal, a obesidade foi independentemente associada a uma melhor sobrevida em pacientes anticoagulados com FA.
Impacto do índice de massa corporal na mortalidade e hospitalização de pacientes com fibrilação atrial. Jocasta Ball el al., 2018	O objetivo deste estudo foi investigar a associação do índice de massa corporal com desfechos de saúde (mortalidade e reinternação) de pacientes com fibrilação atrial crônica.	Usando dados do ensaio Standard versus. Estratégia de manejo específico da fibrilação atrial.	O sobrepeso e a obesidade não foram associados à sobrevida em pacientes com fibrilação atrial crônica, mas foram associados a cuidados hospitalares mais frequentes e permanência prolongada.

Impacto do IMC nos resultados clínicos da terapia com NOAC nos cuidados diários - Resultados do registro prospectivo de Dresden NOAC (NCT01588119). L. Tittl et al., 2018.	Os anticoagulantes orais não antagonistas da vitamina K (NOAC) de ação direta são caracterizados por um regime posológico fixo. Apesar do potencial de sub dosagem relativa devido aos grandes volumes de distribuição, não são recomendados ajustes de dose em pacientes com índice de massa corporal (IMC) elevado.	Como os dados de eficácia e segurança em pacientes obesos são escassos avaliamos o impacto do IMC nos resultados clínicos em pacientes de cuidados diários tratados com NOAC para prevenção de acidente vascular cerebral em fibrilação atrial ou tromboembolismo venoso.	Embora os pacientes obesos tivessem mais fatores de risco cardiovascular em comparação com os pacientes com peso normal, as taxas de resultados clínicos durante o tratamento (CV, MB, mortalidade por todas as causas) foram mais baixas em pacientes com sobrepeso e obesos. Num grande conjunto de beneficiários de NOAC na vida real, não encontrámos nenhuma indicação de que o IMC elevado esteja associado a uma eficácia ou segurança inferior dos NOAC, o que está de acordo com dados epidemiológicos recentes de uma “Paradoxo do IMC “que indica um efeito um tanto protetor do IMC mais elevado em relação aos resultados desfavoráveis também em pacientes que recebem anticoagulação com dose fixa de NOAC sem ajuste de dose para IMC mais elevado.
Sobrepeso e obesidade em pacientes com fibrilação atrial: diferenças de sexo nos resultados de 1 ano no Registro Piloto Geral EORP-AF. Giuseppe Boriani et al., 2018.	O objetivo foi investigar os resultados no seguimento de 1 ano para pacientes com FA inscritos no Registro EORP-AF, de acordo com o IMC (kg/m2), comparando pacientes com IMC normal (18,5 a < 25 kg/m2), com sobrepeso (25 a < 30 kg/m2) e obesidade (≥ 30 kg/m2), em relação às diferenças de sexo. Entre 2.540 pacientes com FA EORP (38,9% mulheres; idade mediana 69) com dados de acompanhamento de 1 ano disponíveis, 720 (28,3%) tinham IMC normal, 1.084 (42,7%) estavam com sobrepeso e 736 (29,0%) eram obesos.	Os pacientes obesos eram mais jovens e com diabetes mellitus mais prevalente e hipertensão (P < 0,001). Os resultados de um ano mostraram que a mortalidade por todas as causas foi significativamente diferente de acordo com o IMC entre pacientes do sexo feminino (9,3% de IMC normal, 5,3% com sobrepeso e 4,3% de obesidade, P = 0,023), mas não entre pacientes do sexo masculino (P = 0,748). O desfecho composto de eventos tromboembólicos e morte também foi significativamente diferente, sendo menor em mulheres obesas (P = 0,035).	Entre os pacientes com FA, o sobrepeso e a obesidade são comuns e estão associados a melhores resultados nas mulheres (um achado previamente relatado como “paradoxo da obesidade”), enquanto não são detectadas diferenças significativas nos resultados entre os pacientes do sexo masculino. O modelo multivariável final descobriu que o aumento do IMC não estava associado ao aumento do risco de morte por todas as causas; por outro lado, a idade e as comorbidades persistiram como principais determinantes.
Ablação por cateter versus drogas antiarrítmicas com modificação de fator de risco para tratamento de fibrilação atrial: um protocolo de um ensaio clínico randomizado (ensaio PRAGUE-25). Pavel Osmancik et al., 2022.	O objetivo do estudo é comparar a eficácia do tratamento moderno invasivo (CA) e não invasivo (AADs com gerenciamento de fatores de risco) da FA.	O ensaio será um ensaio prospectivo, multicêntrico e randomizado de não inferioridade. Pacientes com FA sintomática e índice de massa corporal > 30 serão inscritos e randomizados para o braço CA ou RFM (RFM + AAD) em uma proporção de 11. No braço CA, será realizado o isolamento das veias pulmonares (em combinação com conjuntos de lesões adicionais em pacientes não paroxísticos).1	O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Kralovske Vinohrady. Os resultados do estudo serão divulgados em conferências científicas e em revistas científicas com revisão por pares. Após o término do acompanhamento, os dados estarão disponíveis mediante solicitação ao investigador principal. NÚMERO DE REGISTRO DO TESTE Registro ClinicalTrials.gov (NCT04011800).

Efeito de intervenções complexas para redução de peso no controle do ritmo em indivíduos obesos com fibrilação atrial após ablação por cateter: um protocolo de estudo. Kristýna Stolbová et al., 2021.	O objetivo principal é avaliar o efeito de intervenções complexas de redução de peso na carga de arritmia e na qualidade de vida.	O efeito de intervenções complexas de redução de peso no controle do ritmo em indivíduos obesos com fibrilação atrial (HOBIT-AF) é um ensaio clínico randomizado, cego, de grupos paralelos, com acompanhamento de 18 meses para avaliar o efeito de intervenções complexas de redução de peso.	Serão realizadas análises de subgrupos para identificar subgrupos de pacientes que se beneficiam preferencialmente da perda de peso relacionada a uma diminuição na carga de arritmia. Os objetivos exploratórios incluirão a investigação de mecanismos potenciais que ligam a redução de peso à melhoria da carga de arritmia, como alterações nos marcadores de inflamação de baixo grau, adipocinas circulantes, citocinas, monócitos ou redução do volume do tecido adiposo epicárdico.
Efeito de uma intervenção intensiva no estilo de vida no substrato estrutural e funcional da fibrilação atrial em pessoas com síndrome metabólica. Xavier Rossello et al., 2023.	Avaliar o efeito de uma intervenção intensiva no estilo de vida (ILI) no substrato cardíaco estrutural e funcional da fibrilação atrial (FA) em pessoas com sobrepeso ou obesidade com síndrome metabólica (SM).	Os participantes do estudo PREDIMED-PLUS (n = 6.874) foram randomizados 11 para um programa de ILI baseado em uma dieta mediterrânea com baixo consumo de energia, aumento da atividade física e controle de peso cognitivo-comportamental, ou para uma intervenção de controle de aconselhamento dietético de baixa intensidade.	Em pessoas com sobrepeso ou obesidade com SM, uma ILI não teve impacto nas medições estruturais e funcionais subjacentes do substrato atrial esquerdo associadas ao risco de FA.

Quadro 1: Descrição sumarizada das informações relativas ao título, objetivo e principais resultados dos estudos incluídos na amostra.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

DISCUSSÃO

A presença de metabólitos inflamatórios no plasma sanguíneo, a desregulação de ácidos graxos de cadeia longa e as acilcarnitinas presentes na mitocôndria influenciam de forma negativa na fibrilação atrial (FA). Pois, alguns estudos concluíram que intervenções em indivíduos com obesidade e FA que aderiram ao protocolo MedDiet, ou seja, utilizaram a dieta mediterrânea como parte do tratamento e obtiveram resultados positivos em relação a diminuição da liberação de substâncias inflamatórias e do risco de complicações da FA (RAZQUIN et al., 2021; RUIZ-CANELA et al., 2022; BAIRRO-LOPEZ et al., 2020).

Foi abordada a importância do nível sérico de potássio e vitamina K adequados que atuam como cofatores da coagulação sanguínea atuando na formação do fibrinogênio e no metabolismo prevenindo a fibrilação atrial após algum procedimento cirúrgico cardíaco, somado a isso, a terapia farmacológica anticoagulante em conjunto com protocolo MedDiet minimizam o risco tromboembólico, modulação do quadro inflamatório, e na dieta mediterrânea estão inclusos alimentos que são fonte de potássio e vitamina K que podem auxiliar nesse processo como frutas, vegetais, oleaginosas, cereais, carnes brancas, temperos naturais e outros alimentos derivados dessa dieta (CAMPBELL et al., 2022; FONSECA et al., 2015; AOYAMA et al., 2019; KLACK., 2006).

Também, foi visto que a perda de peso intencional associada ao protocolo PREDIMED-Plus previne doenças cardiovasculares, assim, o excesso de peso aumenta o risco de desenvolver FA, e foi analisada a associação da síndrome metabólica junto a obesidade como um fator de risco adicional para a FA. E utilizaram a dieta mediterrânea para o tratamento dessa população obesa e obtiveram melhora no quadro clínico, modulação da microbiota intestinal, produção de ácidos graxos insaturados, diminuição da carga de arritmia e dos marcadores inflamatórios, prevenção primária e secundária da FA e do tecido adiposo envolto do epicárdio e aumento da qualidade de vida esses indivíduos (SALAS-SALVADÓ et al., 2018; MURALIDHARAN et al., 2021; STOLBOVÁ et al., 2021; PAVEL et al., 2022).

Assim, o protocolo MedDiet melhora o peso corporal, o nível da pressão arterial e fatores de risco cardiometabólicos principalmente quando a dieta é do tipo hipolipídica, normoglicêmica, rica em fibras e cardioprotetora, assim ocorre a diminuição dos marcadores inflamatórios, melhora do controle de peso, adesão ao tratamento positiva e menor prevalência de doenças cardiovasculares e FA (DOMÉNECH et al., 2014; THOMAS., 2015; BARNAD et al., 2021; MCEVOY et al., 2021; ÁLVAREZ-ALVAREZ et al., 2019).

Dentre os achados analisaram a relação de protocolos de tratamento cardiovascular em pacientes obesos com FA e concluíram que há maior complexidade de adesão para o tratamento com efeitos maiores a longo prazo, sendo que o IMC acima de 30 Kg/m^2 é um fator causal crucial para a FA, concluindo que a dieta mediterrânea junto a terapia farmacológica anticoagulante são benéficas para a perda de peso, diminuição do risco de

tromboembolia e o tratamento da FA (BORIANI et al., 2019; VOSKOBOINIK et al., 2019; GESSLER et al., 2021; HU et al., 2021; UZIEBLO-ZYCZKOWSKA et al., 2022; ZHOU et al., 2022; WU et al., 2022).

Na China foi utilizado material genético para avaliar a associação da obesidade infantil com o desenvolvimento da FA na vida adulta e foram analisadas as duas variações genéticas para essas patologias, em casos, da portabilidade de obesidade desde a infância há maior risco de desenvolvimento da FA na vida adulta e maior risco de complicações e divergências durante o tratamento da FA (CHEN et al., 2022). Sendo que, estudos feitos com a população idosa foi consolidado que idosos obesos possuem dificuldade no prognóstico da FA e aumento de mortalidade por todas as causas. Assim, as consequências dos maus hábitos alimentares não repercutem negativamente em apenas uma fase isolada da vida, mas ao longo da vida toda, inclusive, desde a infância (Wang et al, 2019; Deng et al, 2020).

Assim, há uma relação bem estabelecida entre essas doenças e a mudança de estilo de vida que trazem maior adesão ao tratamento de ablação por cateter, anticoagulantes, modulação de biomarcadores inflamatórios e menor permanência intra-hospitalar (SANDHU et al., 2018; BALL et al., 2018; GLOVER et al., 2019). Por fim, há o "paradoxo da obesidade" que relaciona a terapia farmacológica com a obesidade que dependendo da dose medicamentosa utilizada e do sexo do indivíduo pode haver melhora nos resultados da FA ou não, e em mulheres obesas a taxa de risco é menor e os desfechos clínicos positivos são maiores (TITTL et al., 2018; BORIANI et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos avaliados demonstraram que o sobrepeso e a obesidade são tidos como um fator de risco para o surgimento da FA e de complicações durante a aplicação de protocolos de tratamento como a terapia anticoagulante e outros manejos para tratar doenças cardiovasculares, dentre eles, a dieta mediterrânea mostrou resultados positivos no tratamento desses indivíduos.

Assim, foi visto que majoritariamente houve a inclusão da dieta mediterrânea como parte do protocolo das pesquisas nas populações com fibrilação atrial e obesidade houve diminuição do risco de complicações durante o tratamento e desenvolvimento de outras patologias cardiovasculares.

Portanto, foi obtido um vislumbre na literatura de que a dieta mediterrânea facilita a perda de peso e a melhora do quadro da fibrilação atrial em fase de internação hospitalar ou acompanhamento clínico.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ- ALVAREZ, I. **Adesão a índices dietéticos a priori e prevalência basal de fatores de risco cardiovascular no ensaio randomizado PREDIMED-Plus.** A Revista Europeia de Nutrição. v. 59, n° 3, pág. 1219-1232, 2020. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

AOYAMA, D. **Viabilidade de anticoagulantes orais diretos ininterruptos com mudança temporária para dabigatrana "ponte de dabigatrana" para ablação por cateter de fibrilação atrial.** Revista Internacional do Coração. v. 69, n° 6, pág. 1315-1320, 2019. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

BAIRRO-LÓPEZ, M. **Estudo de prevenção de arritmias recorrentes com dieta mediterrânea (PREDIMAR) em pacientes com fibrilação atrial: justificativa, desenho e métodos.** Jornal Americano do Coração. v. 220, pág. 127-136, 2020. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

BALL, J. **Impacto do índice de massa corporal na mortalidade e hospitalização de pacientes com fibrilação atrial.** Revista Europeia de Enfermagem Cardiovascular. V. 17, n° 7, pág. 627-636, 2018. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

BARNAD, N. **Uma dieta mediterrânea e uma dieta vegana com baixo teor de gordura para melhorar o peso corporal e os fatores de risco cardiometabólico: um ensaio randomizado e cruzado.** Jornal da Associação Americana de Nutrição. v. 41, n° 2, pág. 127-139, 2021. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

BORIANI, G. **Relação entre índice de massa corporal e resultados em pacientes com fibrilação atrial tratados com edoxabana ou varfarina no estudo ENGAGE AF- TIMI 48.** Revista Brasileira de Revisão de Saúde. v. 40, n° 19, pág. 1541-1550, 2019. Acesso em 29 de setembro de 2023.

BORIANI, G. **Sobrepeso e obesidade em pacientes com fibrilação atrial: diferenças de sexo nos resultados de 1 ano no Registro Piloto Geral EORP-AF.** Jornal de Eletrofisiologia Cardiovascular. v. 29, n° 4, pág. 566-572, 2018. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

CAMPBELL, N. **Manutenção dos níveis séricos de potássio ≥3,6 mEq/L versus ≥4,5 mEq/L após cirurgia de revascularização do miocárdio eletiva isolada e a incidência de fibrilação atrial de início recente: resultados do estudo piloto e de viabilidade.** Jornal de Anestesia Cardiotorácica e Vascular**.** v. 36, n° 3, pág. 47- 854, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

CHEN, W. **Obesidade infantil geneticamente prevista e fibrilação atrial em adultos: um estudo de randomização mendeliana.** Nutrição, metabolismo e doenças cardiovasculares. v. 32, n° 4, pág. 1019-1026, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

DAVIS, C. **Definição da dieta mediterrânea: uma revisão de literatura. Nutrientes.** v. 7, n° 11, pág. 53-139. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

DENG, F. **Diferenças de IMC entre o manejo hospitalar e os resultados em pacientes com fibrilação atrial: resultados do projeto cuidados com doenças cardiovasculares na China.** Distúrbios Cardiovasculares do BMC. v 20, n° 270, 2020. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

DOMÉNECH, M. **Dieta Mediterrânea reduz pressão arterial de 24 horas, glicemia e lipídios: ensaio clínico randomizado de um ano.** Revista Brasileira Hipertensão. v. 21, n° 3, pág. 171-172, 2014. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

FONSECA, H. **Relações entre o potássio da dieta e a pressão arterial.** Revista Brasileira de Hipertensão. v. 22, n° 1, pág. 9-12, 2015. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

FROST, L. **Obesidade e fibrilação atrial: epidemiologia, fisiopatologia e novas oportunidades terapêuticas.** Revisão de arritmia e eletrofisiologia. v. 7, nº. 2, pág. 87-90, 2018. Acesso em: 20 de abril de 2023.

GESSLER, N. **Ensaio supervisionado de redução da obesidade para pacientes com ablação de FA: resultados do ensaio SORT-AF.** v. 23, n° 10, pág. 1548-1558, 2021. Acesso em 29 de setembro de 2023.

GLOVER, B. **Impacto do índice de massa corporal no resultado da ablação por cateter da fibrilação atrial.** Coração. v. 105, n° 3, pág. 244-250, 2019. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

GONI, L. **Uma intervenção nutricional remota para mudar os hábitos alimentares de pacientes submetidos à ablação de fibrilação atrial: ensaio clínico randomizado.** Jornal de Pesquisa Médica na Internet. v. 22, n° 12, 2020. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

HU, X. **Mapeamento e ablação de driver de veia extrapulmonar para fibrilação atrial persistente em pacientes idosos.** Europace. v. 23, n° 5, pág. 701-709, 2021. Acesso em 29 de setembro de 2023.

KLACK, K. **Vitamina K: Metabolismo, fontes e interação com o anticoagulante varfarina.** Revista Brasileira de Reumatologia. v. 46, n° 6, pág. 398-406, 2006. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

MCEVOY, C. **Ensaio para incentivar a adoção e manutenção de uma dieta mediterrânea (TEAM-MED): um ensaio piloto randomizado de uma intervenção de apoio de pares para mudança de comportamento alimentar em adultos de uma população do norte da Europa com alto risco de DCV.** A Revista Britânica de Nutrição. v. 128, n° 7, pág. 1322-1334, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

MURALIDHARAN, J. **Efeito na microbiota intestinal de uma intervenção no estilo de vida de 1 ano com dieta mediterrânea em comparação com dieta mediterrânea com baixo consumo de energia e promoção de atividade física: estudo PREDIMED-Plus.** v. 114, n° 3, pág. 1148-1158, 2021. A Revista Americana de Nutrição Clínica. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

OSMANCIK, P. **Ablação por cateter versus drogas antiarrítmicas com modificação de fator de risco para tratamento de fibrilação atrial: um protocolo de um ensaio clínico randomizado (estudo PRAGUE-25).** BMJ Aberto. v. 12, n° 6, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

RAZQUIN, C. **Metabolômica da via de degradação do triptofano-quinurenina e risco de fibrilação atrial e insuficiência cardíaca: potencial efeito de modificação da dieta mediterrânea.** A Revista Americana de Nutrição Clínica. v. 114, n° 5, pág. 1646-1654, 2021. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

ROSSELLO, X. **Efeito de uma intervenção intensiva no estilo de vida no substrato estrutural e funcional da fibrilação atrial em pessoas com síndrome metabólica.** MedRxiv. 2023. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

RUIZ-CANELA, M. **Acilcarnitinas plasmáticas e risco de insuficiência cardíaca incidente e fibrilação atrial: estudo de prevenção com dieta mediterrânea.** Revista Espanhola de Cardiologia. v. 75, nº. 8, pág. 649-658, 2022. Acesso em 29 de setembro de 2023.

SAGRIS, M. **Fibrilação atrial: patogênese, fatores predisponentes e genética.** Revista Internacional de Ciências Moleculares. v. 23, n° 1, 2021. Acesso em: 23 de outubro de 2023.

SALAS-SALVADÓ, J. **Efeito de um programa de intervenção no estilo de vida com dieta mediterrânea com restrição energética e exercícios na perda de peso e fatores de risco cardiovascular: resultados de um ano do estudo PREDIMED-Plus.** Cuidados com Diabetes. v. 42, nº 5, pág. 777-778, 2019. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

SANDHU, R. **Paradoxo da obesidade no resultado da fibrilação atrial mantido mesmo considerando a influência prognóstica dos biomarcadores: insights do estudo ARISTOTLE.** Coração Aberto. v. 5, nº 2, 2018. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

SOUZA, M. **Revisão integrativa: o que é e como fazer.** Einstein (São Paulo). v. 8, nº 1, pág. 102-106, 2010. Acesso em: 06 de Novembro de 2023.

STOLBOVÁ, K. **Efeito de intervenções complexas para redução de peso no controle do ritmo em indivíduos obesos com fibrilação atrial após ablação por cateter: um protocolo de estudo.** Avanços na Terapia. v. 38, nº 4, pág. 2007-2016, 2021. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

STROMBERG, A. **Qualidade de vida relacionada à saúde em pacientes com fibrilação atrial e obesidade: o papel mediador dos sintomas, medicamentos e comorbidades.** Jornal Europeu de Enfermagem Cardiovascular. v. 13, nº.3, pág. 223-230, 2014. Acesso em: 20 de abril de 2023.

THOMAS, M. **A importância da alimentação na prevenção de doenças cardiovasculares.** 2015. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

TITTL, L. **Impacto do IMC nos resultados clínicos da terapia com NOAC nos cuidados diários: resultados do registro prospectivo de Dresden NOAC (NCT01588119).** Revista Internacional de Cardiologia. v. 262, pág. 85-91, 2018. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

UZIEBLO-ZYCZKOWSKA, B. **Aumento do índice de massa corporal e risco de trombo atrial esquerdo em pacientes com fibrilação atrial não valvular - dados do registro de trombo atrial esquerdo em ecocardiografia transesofágica (LATTEE).** Nutrientes. v. 14, nº 17, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

VSLOBOINIK, A. **Cardioversão da fibrilação atrial em pacientes obesos: resultados do ensaio clínico randomizado e controlado e controlado Cardioversion- BMI.** Journal Cardiovasc Electrphysiol. v. 30, nº 2, pág. 155-161, 2019. Acesso em 29 de setembro de 2023.

WANG, L. **Índice de massa corporal e mortalidade por todas as causas em pacientes com fibrilação atrial: insights do estudo de registro de fibrilação atrial na China.** Pesquisa Clínica em Cardiologia. v. 108, nº 12, pág. 1371-1380, 2019. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

WANG, N. **Fatores de risco adquiridos e fibrilação atrial incidente de acordo com a idade e predisposição genética.** Revista Europeia do Coração. pág: 1-12, 2023. Acesso em 23 de outubro de 2023.

WU, S. **Associação entre Índice de Massa Corporal e Resultados Clínicos em Pacientes com Fibrilação Atrial Não Valvar Recebendo Anticoagulantes Orais Diretos: Uma Nova Evidência sobre o Paradoxo da Obesidade na China.** Medicamentos e Terapia Cardiovascular. v. 37, pág. 715-727, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

ZHOU, Y. **O risco de fibrilação atrial aumenta com o início precoce da obesidade: um estudo mendeliano de randomização.** Revista Internacional de Ciências Médicas. v. 19, nº 9, pág. 1388-1398, 2022. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

CAPÍTULO 3

EFEITO *IN VITRO* DO GUARANÁ (*PAULLINIA CUPANA*, MART) NA PROTEÇÃO DE CÉLULAS NEURAIS SH-SY5Y EXPOSTAS AO METILMERCÚRIO

Data de aceite: 01/02/2024

Suziane da Cruz
Biomédica, Centro Universitário Franciscano
Santa Maria,RS, Brasil

Verônica Farina Azzolin
Biomédica, Mestre em Farmacologia, Doutora em Farmacologia.
Universidade Federal de Santa Maria-UFSM
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/2668411219019981

Fernanda Barbisan
Bióloga, Mestre em Farmacologia, Doutora em Farmacologia
Universidade Federal de Santa Maria-UFSM
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1428674947616182

Juliane Santiago Sasso
Biomédica, Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas
Universidade de Passo Fundo- UPF
Passo Fundo, RS, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/9085067269653365

Ivana Beatrice Mânica da Cruz
Bióloga, Mestre e Doutora em Genética e Biologia Molecular
Professora Associada, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/3426369324110716

Euler Esteves Ribeiro
Médico, Doutor em Gerontologia Biomédica
Diretor da Universidade Aberta da Terceira Idade, Universidade do Estado do Amazonas-FUNATI
Manaus, AM, Brasil
http://lattes.cnpq.br/6760036358198639

Fernanda dos Santos Trombini
Enfermeira, Mestre em Enfermagem.
Universidade Federal de Santa Maria-UFSM
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/9145097192524730

Marcos Francisco Simon
Psicólogo, Faculdade de Ciências da Saúde- SOBRESP
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1249757172595752

Cindhy Suely da Silva Medeiros
Fisioterapeuta, Universidade Federal do Pampa-UNIPAMPA
Santa Maria, RS, Brasil
http://lattes.cnpq.br/9669892888495289

RESUMO: A exposição ao metilmercúrio (MeHg) tem sido associada a neurotoxicidade em diversas populações humanas, inclusive pela sua genotoxicidade (Danos ao DNA). Entretanto, populações amazônicas ribeirinhas que têm sido cronicamente expostas a níveis elevados de MeHg causados pelo garimpo do ouro e prata e pelo desmatamento não apresentam efeitos neurotóxicos, evidentes em outras populações expostas a concentrações elevadas de MeHg, como a população de Minamata (Japão) onde uma empresa de produção de PVC descartou na Baía de Minamata resíduos contendo mercúrio contaminando peixes e frutos do mar, principal fonte de alimento para a população local. A contaminação por mercúrio causou doenças neurológicas graves em muitos habitantes de Minamata. Uma hipótese para explicar estes resultados seria a dieta rica em antioxidantes encontrados nos frutos da Amazônia. Estudos prévios sugeriram que o guaraná tem efeito antioxidante, antiiflamatório e genoprotetor a exposição de diversos agentes poluentes ambientais. Assim, diante deste contexto, nosso objetivo foi avaliar se o guaraná teria efeito genoprotetor em células neurais SH-SY5Y expostas ao MeHg. Para conduzir este estudo as células foram obtidas comercialmente, cultivadas em condições estéreis e padronizadas. Primeiramente expostas a concentrações de 0,1-0,3-0,5-0,7- 1 µM de MeHg e posteriormente a concentrações de 1- 5- 10-30-70-100 ug/mL do extrato hidroalcoólico de guaraná. A taxa de proliferação celular em culturas de 72h foi avaliada, bem como o efeito no DNA foi analisado através de dois testes: o ensaio DNA Cometa e a quantificação dos níveis de 8-deoxiguanosina por teste imunoenzimático ELISA. Os resultados mostraram que o guaraná foi capaz de reverter parcialmente o dano de DNA causado pela exposição a 5µM de MeHg nos dois ensaios de genotoxicidade utilizados. O conjunto destes resultados sugere que o guaraná poderia contribuir para diminuir o efeito neurotóxico causado pela exposição crônica ao MeHg das populações ribeirinhas do Amazonas.
PALAVRAS-CHAVE: neurotoxicidade, mercúrio, genotoxicidade, frutos amazônicos

THE *IN VITRO* GUARANÁ (*PAULLINIA CUPANA*, MART) EFFECTS ON PROTECTION OF NEURAL SH-SY5Y METHYLMERCURY EXPOSED

ABSTRACT: Exposure to methylmercury (MeHg) has been associated with neurotoxicity in various human populations, including genotoxicity (DNA damage). However, Amazonian riverside populations that have been chronically exposed to high levels of MeHg caused by gold and silver mining and deforestation do not show neurotoxic effects, which are evident in other populations exposed to high concentrations of MeHg, such as the population of Minamata (Japan) where a PVC production company dumped mercury-containing waste into Minamata Bay, contaminating fish and seafood, the main source of food for the local population. The mercury contamination caused serious neurological illnesses in many of Minamata's inhabitants. One hypothesis to explain these results would be the diet rich in antioxidants found in Amazonian fruits. Previous studies have suggested that guarana has antioxidant, anti-flammatory and genoprotective effects against exposure to various environmental pollutants. In this context, our aim was to assess whether guarana has a genoprotective effect on SH-SY5Y neural cells exposed to MeHg. To conduct this study, the cells were obtained commercially and cultured under sterile and standardized conditions. They were first exposed to concentrations of 0.1-0.3-0.5-0.7- 1 µM of MeHg and then to concentrations of 1- 5- 10-30-70-100 ug/mL of the hydroalcoholic extract of guarana. The rate of cell proliferation in

72-hour cultures was assessed, and the effect on DNA was analyzed using two tests: the DNA Comet assay and the quantification of 8-deoxyguanosine levels by ELISA. The results showed that guarana was able to partially reverse the DNA damage caused by exposure to 5µM of MeHg in the two genotoxicity tests used. These results together suggest that guarana could contribute to reducing the neurotoxic effect caused by chronic exposure to MeHg in the riverside populations of Amazonas.
KEYWORDS: neurotoxicity, genotoxicity, Mercury, Amazonian fruits

INTRODUÇÃO

Muitos elementos químicos como o mercúrio (Hg) são encontrados naturalmente na Terra e também produzido industrialmente, presente em diversas matérias-primas, como carvão, petróleo, madeira e jazidas de minerais diversos.O mercúrio é um agente químico neurotóxico, que rompe o equilíbrio orgânico, atravessando as barreiras hematoencefálica e hematoplacentária humanas, provocando severas alterações na homeostase do organismo. (BRITO et al., 2021)

É utilizado no processo de extração de ouro de outros minérios, em face de suas propriedades de se agregar ao ouro, com posterior separação do mercúrio e do ouro através de seu aquecimento, ocorrendo a vaporização do mercúrio ao ar livre, caracterizando uma agressão ao meio ambiente e à saúde do garimpeiro (RAMOS et al., 2020). A intoxicação por Hg ocorre quando os níveis estão acima de 10ug/L no sangue segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). A contaminação pode ocorrer via ar, dieta (principalmente peixes que vivem em rios com altos níveis de mercúrio) Quando isso ocorre, são observados sintomas neurológicos, distúrbios neuropsíquicos, vômitos e diarreias, ansiedade, perda da capacidade de concentração, depressão, irritabilidade, anorexia, perda de peso, insônia, aparecimento de tremores faciais que se estendem para os membros superiores e inferiores e transtornos renais (RAMOS et al.,2020; FERREIRA et al.,2023).

Além destes efeitos negativos, o Hg potencialmente causa danos graves e permanentes, incluindo no sistema nervoso central (SNC), levando a disfunções cognitivas e motoras, perda de visão, entre outras debilidades neurais. Estudos apontam que a exposição ao mercúrio em sua forma orgânica pode trazer complicações materno-fetais, pois o composto químico em questão é considerado teratogênico e sua presença pôde ser detectada no leite materno e placenta de gestantes contaminadas (FERREIRA et al.,2023).

Entretanto, apesar dos altos níveis de Hg, crianças e adultos que vivem na Amazônia e que são expostas a este metal não apresentam sintomas de intoxicação tão acentuados. Em algumas comunidades na região amazônica, a ingestão de mercúrio excede os valores recomendados de 5 µg Hg/kg, como no caso de Rio Branco (AC), que a ingestão ultrapassou de 6,9 a 31,5 vezes a dose de referência (BASTA et al., 2023; NEVES 2019). Esta questão intriga os pesquisadores. Uma possível explicação é de que na Amazônia o padrão dietético que é rico em frutos, peixes e subprodutos da farinha de mandioca poderia

auxiliar na proteção contra os efeitos neurotóxicos e neurodegenerativos do Hg (GAMA et al., 2022). Em termos dietéticos, a alimentação da comunidade ribeirinha é rica em frutos que possuem moléculas bioativas com funções importantes na neuroproteção, incluindo ação antioxidante e anti-inflamatória (GAMA et al., 2022; INFANTE et al., 2016)

Estudos têm sido conduzidos em idosos ribeirinhos que vivem no Município de Maués no Estado do Amazonas que faz divisa com o Estado do Pará. Tais estudos sugeriram que estes idosos possuem bons indicadores de saúde apresentando baixa prevalência de doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes mellitus do tipo 2 e doenças neurodegenerativas quando comparados a idosos que vivem na capital Manaus. Ao contrário de Maués, estes idosos têm acesso aos serviços de saúde e outras comodidades e tecnologias (MAIA-RIBEIRO et al., 2012; RIBEIRO et al., 2008; SILVA et al., 2014; ANTONINI et al., 2016). Estes resultados foram considerados surpreendentes, uma vez que uma grande parte dos idosos, principalmente do gênero masculino, relatou ter tido contato com o Hg, via trabalho direto na mineração nas décadas de 70 e 80 ou por estarem vivendo em áreas do qual existe algum nível de contaminação dos rios por este metal.

Dentro da dieta ribeirinha de Maués, o consumo habitual (mais do que quatro vezes na semana) da semente moída e torrada do guaraná (*Paullinia* cupana, Mart.) é muito prevalente na população, como é mostrado na Figura 1. Um estudo conduzido por Krewer et al (2011) sugeriu que o consumo cotidiano do guaraná estava associado com menor prevalência de doenças cardiovasculares, obesidade e hipertensão nos idosos. O guaraná é classificado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo *Dietary Supplement Health and Education Act* (DSHEA) como um suplemento alimentar (ANVISA, 2017). Entretanto, o Guaraná, *Paullinia cupana* Kunth. (Sapindaceae), tem sido utilizada há séculos pelas tribos indígenas amazônicas como estimulante em festas e caça, afrodisíaco e para uso medicinal. É consumido na forma de pó obtido a partir de sementes torradas, ou pode ser ingerido simplesmente dissolvendo o pó em água, sozinho ou em combinação com outro fitoterápico. O guaraná é conhecido por sua elevada quantidade de cafeína (3,5%–6%). Mas também contém teobromina e teofilina, e polifenóis principalmente catequina, epicatequina, procianidina A1, procianidina B2, com um perfil de flavan-3-óis muito semelhante ao do cacau (MENDES et al., 2019; PAGLIARUSSI et al., 2002; MACHADO et al., 2021).

Evidências mostram que o guaraná apresenta fortes propriedades antioxidantes e eliminadoras de radicais (MALDANER et al., 2020; ROGGIA et al., 2020; SANTANA; MACEDO, 2018; YONEKURA et al., 2016), propriedades protetoras celulares e antiinflamatórias (MACHADO et al., 2021), efeito neuroprotetor (VELOSO et al., 2018) e propriedades antienvelhecimento (ARANTES et al., 2018). Estudo epidemiológico relatou consumo habitual de guaraná por idosos ribeirinhos com menor prevalência de hipertensão, obesidade e síndrome metabólica (KREWER et al., 2011).

Com base neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do guaraná (*Paullinia cupana*) em linhagem de células neurais SH-SY5Y expostas ao metilmercúrio (MeHg).

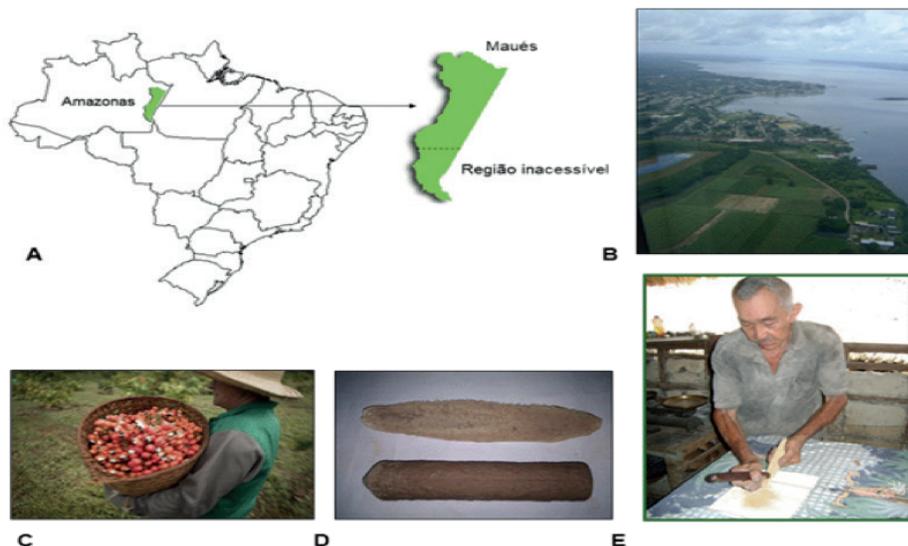



Figura 1 Aspectos relacionados a região produtora de guaraná. (A) Mapa indicando a localização geográfica de Maués; (B) Maués é um município com cerca de 50 mil habitantes dos quais 50% vivem na região urbana apresentada na foto. Os demais vivem em 175 pequenas comunidades ribeirinhas distribuídas nos 40 mil km^2 do município; (C) Colheita do guaraná; (D) Tradicionalmente a semente do guaraná é lavada, tostada e moída e é feito um bastão com este pó. (E) Posteriormente este bastão de guaraná é ralado na língua do pirarucu (que é óssea). O pó obtido é colocado em água e tomado com mel ou açúcar, pela manhã, em jejum (SCHIMPL et al., 2013). Fonte das Figuras: A, C e D – Google Imagens, B e E – banco de fotos do Projeto Idoso da Floresta que inclui este estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um estudo de caráter experimental *in vitro* a partir da utilização da linhagem celular SH-SY5Y obtida a partir da *The American Type Culture Collection* (ATCC). O efeito do guaraná nestas células expostas ao MeHg foi analisado através do estudo da viabilidade e também da ocorrência de dano do DNA avaliada pelo ensaio DNA Cometa e pela determinação dos níveis do marcador 8-deoxiguanosina.

O pó de guaraná torrado e moído obtido através da EMBRAPA OCIDENTAL foi utilizado para a produção de um extrato hidroalcoólico, posteriormente liofilizado e quimicamente caracterizado via cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e ensaios espectrofotométricos conforme descrito em detalhes no estudo de Bittencourt et al (2013). A partir de 300 g de pó de guaraná foi obtido 92 mg de guaraná contendo 12,240 mg/g de cafeína, 6,733 mg/g de teobromina e 4,336 mg/g de catequinas totais. A concentração de taninos condensados foi de 16 mg/g.

No estudo, as células neuronais-like SH-SY5Y foram cultivadas em meio de cultivo celular DMEM/F12 suplementado com 10% de soro fetal bovino (SFB) e penicilina (100 U/mL)/ estreptomicina (100 mg/mL). As células foram mantidas em condições controladas em estufa de CO_2 com 5% de saturação e a temperatura de 37Cº. Inicialmente nas células foram submetidas a diferentes concentrações. As células foram expostas ao Hg durante 72 h antes de serem analisadas quanto aos efeitos genotóxicos. Por outro lado, as concentrações de guaraná utilizadas no estudo foram similares às descritas em Bittencourt et al (2013).

O efeito genotóxico da exposição das células ao MeHg foi avaliado em culturas de 72 horas via análise da atividade mitocondrial que indica viabilidade e proliferação celular. Esta análise foi feita utilizando o ensaio do MTT. A exposição das células ao reagente 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl) -2,5-diphenyltetraoliumbromide (MTT) na concentração de 5 mg/ml diluído em tampão fosfato Ph 7,4, faz com que entre dentro das mitocôndrias da célula e forma compostos denominados cristais de formazan. Estes cristais têm uma cor violeta. Quanto mais forte for a cor violeta, maior é a atividade mitocondrial, o que indica maior viabilidade ou maior taxa de proliferação celular.

O dano genotóxico causado pela exposição ao MeHg e o potencial efeito protetor do guaraná foi avaliado através de duas metodologias. A primeira é o ensaio de DNA Cometa que foi primeiramente descrito por Singh et al (1988) com modificações metodológicas posteriormente feitas por Nadin et al (2001). Para fazer este teste, 20µL das células dos tratamentos foram usadas para confeccionar 2 lâminas para cada tratamento. Estas células foram colocadas em lâminas histológicas previamente gelatinizadas com Agar-agar e logo após foram tratadas com um tampão para causar lise celular liberando apenas os núcleos. Após este processo, as lâminas foram submetidas a eletroforese e, posteriormente, coradas com nitrato de prata. Após este procedimento, a análise dos núcleos foi feita em microscópio óptico em aumento de 400X, por dois analistas diferentes, onde cada leitor analisou 50 núcleos em cada lâmina, perfazendo um total de 100 núcleos. Tal leitura será classificada conforme o arraste do material genético (“cauda” do cometa), onde cada célula receberá a pontuação correspondente entre 0 (sem migração) a 4 (migração máxima) ou apoptose celular (morte celular programada). Na leitura o número de núcleos em cada nível de dano de DNA foi contabilizado. Em uma lâmina sem nenhum tipo de dano o valor da pontuação seria 0 e em uma célula com todos os núcleos em dano 3 a pontuação máxima seria 400. Para calcular o índice de dano, o número de células em cada nível foi multiplicado pelo valor e depois dividido por 400. Feito este cálculo, os resultados ainda foram apresentados como percentagem em relação ao grupo controle para facilitar a interpretação dos resultados.

Para complementar a avaliação da ação do MeHg e guaraná no DNA das células neurais foi feita uma análise adicional no qual foi medido os níveis de 8-hidroxi-2’-desoxiguanosina (8 deoxiguanosina). Este é um produto da oxidação do DNA danificado

formado por radical hidroxila, oxigênio e ação fotodinâmica direta. A 8-deoxiguanosina pode ser detectada nos tecidos, células, meio de cultura, soro, urina e outros biomateriais. Uma das formas de detecção e quantificação da 8-deoxiguanosina é através do teste de imunoensaio ELISA. Neste teste se utiliza anticorpo monoclonal que é altamente específico para danos no DNA utilizando metodologia similar ao descrito por Kasai et al (1986). Por ser um teste de alto custo, a análise foi feita utilizando 20 µL de meio de cultura das células tratadas ou não com guaraná e MeHg em triplicata. A análise utilizou kit de ELISA e foi conduzido no Laboratório de Análises Clínicas Labmed Ltda (Santa Maria). Este ensaio serviu para validar os resultados encontrados no Ensaio DNA Cometa.

Os resultados obtidos foram inicialmente tabelados em programa Microsoft Excel 2011 e submetidos à análise estatística através de teste de análise de variância (Anova) de uma via, seguido de test post hoc de Tukey, utilizando o programa de produção de gráficos e estatístico Graph Pad Prim 5.0. Os tratamentos foram expressos como percentagem do controle (%) e considerados resultados estatisticamente significativos quando p mostrou ser igual ou menor a 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi feita análise do efeito nas concentrações 0,1-0,3-0,5-0,7-1 µM de MeHg na atividade mitocondrial em culturas de 72 h das células neurais SH-SY5Y. Como pode ser observado na Figura 2A, apenas em concentrações ≥ 3 μM a exposição ao MeHg causou diminuição significativa na atividade mitocondrial que avalia a viabilidade e proliferação celular. Como idosos ribeirinhos estariam expostos durante anos ao MeHg, e provavelmente apresentariam efeito de bioacumulação deste metal nos seus tecidos, o potencial efeito neuroprotetor do guaraná foi avaliado a partir da concentração de (6 μM).

A seguir, o efeito do guaraná em diversas concentrações sobre a atividade mitocondrial de culturas de células neurais de 72 h foi avaliado. Os resultados apresentados na Figura 2 mostraram que, todas as concentrações de guaraná aumentaram significativamente a atividade mitocondrial das células neurais indicando ação na viabilidade e indução de proliferação celular. Indução de proliferação celular pelo guaraná já foi previamente descrita em estudos feitos com a linhagem de fibroblastos dérmicos (HFF-1) (MALDANER et al., 2020) e em células de BV-2 da microglia (TEIXEIRA et al., 2021).

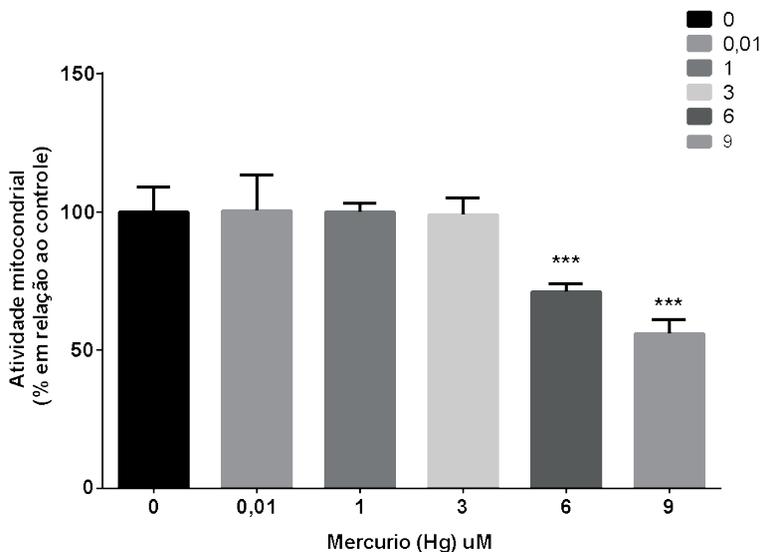



Figura 2 Atividade mitocondrial que indica viabilidade e proliferação celular medida pelo ensaio espectrofotométrico do MTT em células de neuroblastoma SH-SY5Y expostas a diferentes concentrações de metil-mercúrio (MeHg) durante 72 h. Os tratamentos foram estatisticamente comparados por Análise de variância de uma via, seguida de teste post hoc de Tukey. *** $p < 0.001$.

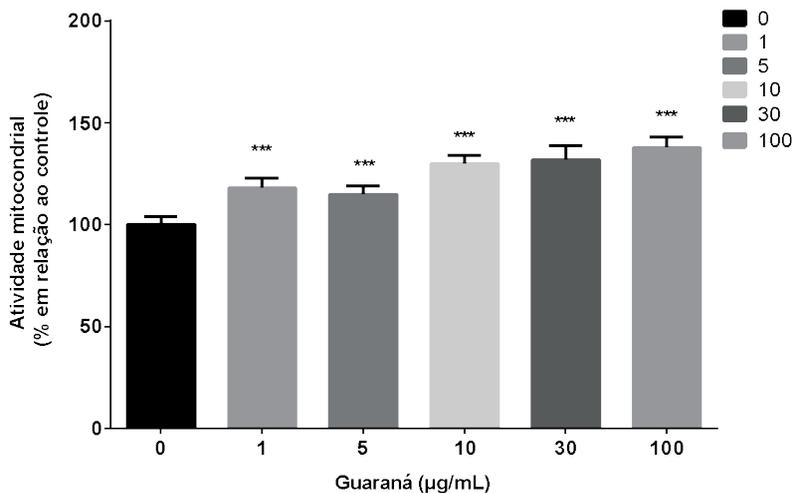



Figura 3 Atividade mitocondrial que indica efeito na viabilidade e proliferação celular medida pelo ensaio espectrofotométrico do MTT em células de neuroblastoma SH-SY5Y expostas a diferentes concentrações de guaraná em culturas de 72 h. Os tratamentos foram estatisticamente comparados por Análise de variância de uma via, seguida de teste post hoc de Tukey. *** $p < 0.001$.

A partir destes resultados foi realizada análise do efeito genoprotetor do guaraná em células neurais expostas ao MeHg (5 μM). Esta análise foi conduzida apenas na concentração de 100 μg/mL de guaraná, uma vez que a citotoxicidade causada pela exposição ao MeHg era bem elevada. A Figura 4 apresenta microfotografias representativas de células tratadas com e sem guaraná e MeHg. Análise do dano de DNA por Ensaio Cometa em culturas de células de 72 h mostrou alta genotoxicidade causada pela exposição ao MeHg quando comparada com as células não tratadas e tratadas com guaraná. Esta genotoxicidade foi observada pela: (1) baixa concentração de núcleos, indicando diminuição na taxa de proliferação celular após 72 h de exposição; (2) alta concentração de corpos apoptóticos, indicando dano de DNA seguido de indução de eventos apoptóticos; (3) índice de dano de DNA elevado em comparação com o grupo controle.

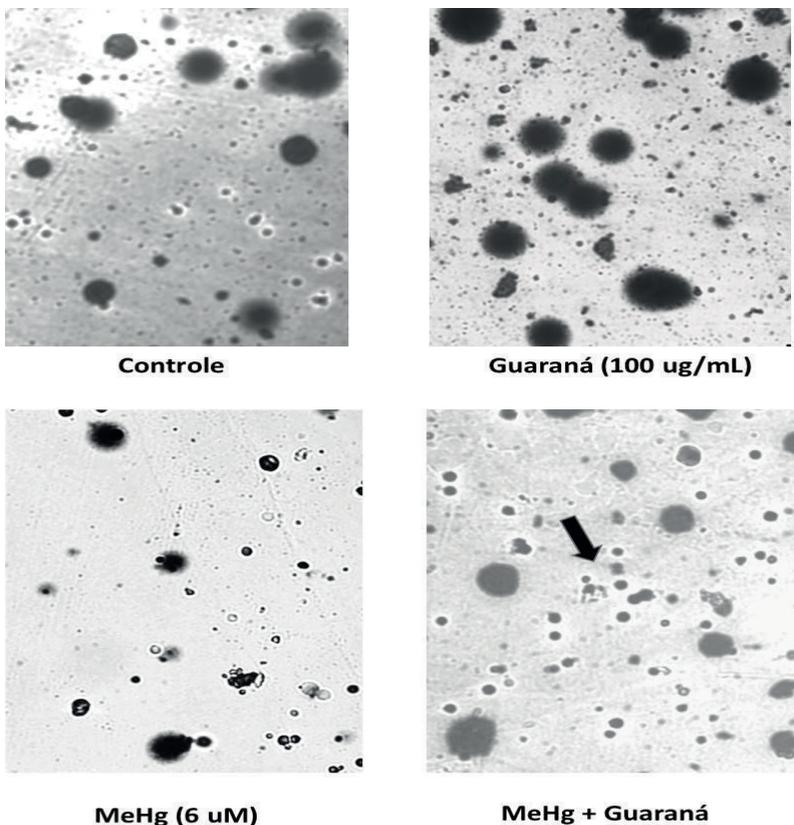



Figura 4 Fotomicrografia (x 400) de células neurais SH-SY5Y expostas ao metilmercúrio (MeHg, 6 µM) com e sem suplementação por extrato hidroalcóolico de guaraná (100 µg/mL). A flecha indica grande quantidade de corpos apoptóticos observados principalmente em células tratadas apenas com MeHg ou MeHg e guaraná.

Conforme pode ser observado na Figura 5A o índice de dano de DNA calculado a partir do ensaio DNA Cometa foi fortemente alto em células neurais tratadas com MeHg. Entretanto, este dano diminuiu parcialmente quando as células foram concomitantemente tratadas com MeHg e Guaraná em comparação com as células controles e as células somente cultivadas em meio suplementado com guaraná. Uma análise adicional em que foi quantificado os níveis de 8-deoxiguanosina nas culturas de SH-SY5Y mostrou resultados similares, como indica a Figura 5B. Neste caso, o guaraná também conseguiu reverter parcialmente os níveis de dano de DNA determinados pela quantificação da 8-deoxiguanosina.

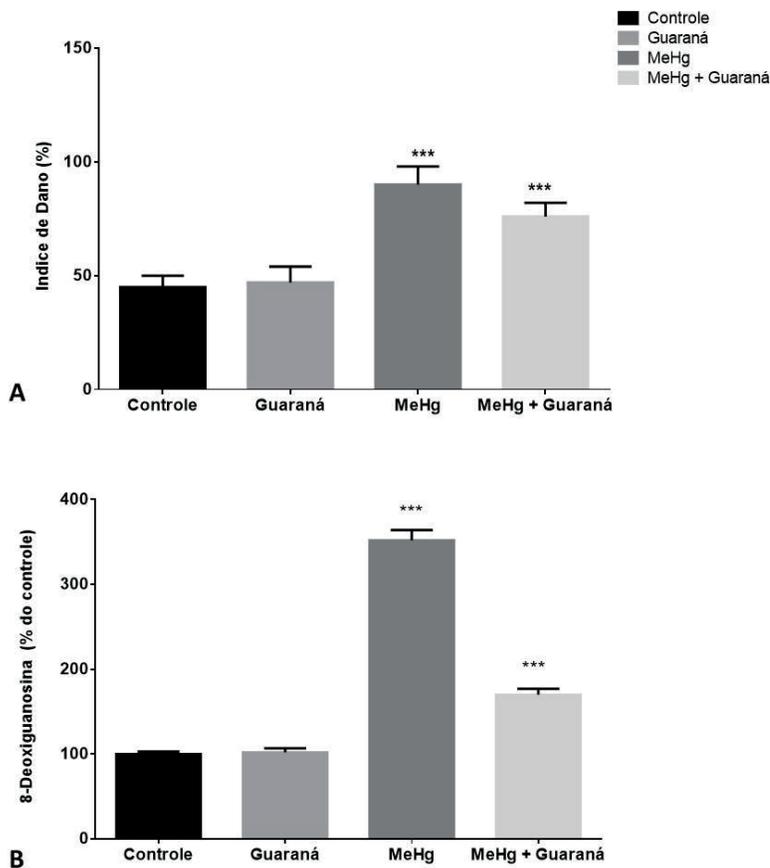



Figura 5 Efeito do guaraná na genotoxicidade causada pela exposição ao metilmercúrio (MeHg, 6 µg/mL) em células neurais SH-SY5Y cultivadas durante 72 h. (A) índice de dano calculado a partir do ensaio do DNA Cometa com resultados apresentados como % do controle; (B) níveis de dano do DNA estimado pela concentração de 8-deoxiguanosina com resultados apresentados como % do controle. Os tratamentos foram estatisticamente comparados por Análise de variância de uma via, seguida de teste post hoc de Tukey. *** $p < 0.001$.

Estudos prévios conduzidos por Fukumasu et al (2006) em modelos experimentais de roedores descreveram que o guaraná teria capacidade de apresentar efeito protetor contra dano de DNA provocado por outros agentes como o composto N-nitrosodietilamina, injetado nos camundongos, mostrando que o guaraná foi capaz de proteger os camundongos dos efeitos da nitrosodietilamina que causaram danos de DNA nas células do fígado destes animais. Este trabalho foi feito através da análise do DNA Cometa. Além deste, um extrato de guaraná mostrou genoproteção de células fibroblásticas NIH-3T3 expostas ao nitroprussiato de sódio, que gera citotoxicidade e dano ao DNA quando em níveis elevados (BITTENCOURT et al., 2013). Outro agente ambiental que causa genotoxicidade é o tetracloreto de carbono (ClC4) que no início do século XX era muito utilizado como solvente de limpeza a seco, como composto usado em refrigeradores, e até mesmo como pesticida. Entretanto, o CCl4 causa diversos problemas de toxicidade no ser humano, podendo afetar o SNC causando neurodegeneração e também a função hepática e renal. Um estudo feito em ratos expostos ao CCl4 e ao guaraná mostrou que o guaraná apresentou efeito hepatoprotetor e também diminuiu a fragmentação do DNA avaliada pelo ensaio DNA Cometa (KOBER et al., 2016).

No presente trabalho foi observado que o guaraná foi capaz de diminuir parcialmente a genotoxicidade causada por uma dose de MeHg relativamente elevada para as células (6µM). O efeito genoprotetor do guaraná poderia estar associado à sua concentração de moléculas bioativas como os polifenóis. Estudos sobre o efeito genoprotetor de moléculas encontradas em outros frutos amazônicos em ratos e células expostos ao MeHg têm sido conduzidos. Este é o caso da investigação feita por Brasil et al (2016) que tratou ratos da raça Winstar com MeHg concomitante a suplementação com polpa do fruto açaí, que também é um fruto amazônico. Os resultados indicaram que o açaí foi capaz de diminuir os danos de DNA provocados pelo MeHg (BRASIL et al., 2016). Outro estudo feito por Kunjirama et al (2017) mostrou que ramos vazios de frutos de dendê, também apresentam efeito genoprotetor contra a exposição ao MeHg. Uma grande quantidade de frutos também é rica na molécula quercetina que tem ação antioxidante e antitumoral. Na presença de quercetina a exposição de ratos ao MeHg diminui os efeitos genotóxicos também avaliados pelo ensaio cometa (BARCELLOS et al., 2011). O mesmo resultado foi observado quando os ratos foram tratados com selênio, do qual alguns frutos amazônicos como a castanha-do-Brasil apresentam em grandes quantidades (LIU et al., 2019). A manga, que também é um fruto abundante na Amazônia, possui um composto bioativo chamado mangiferina. Uma investigação conduzida por Das et al. (2017) mostrou que a molécula era genoprotetora na linhagem de células HepG2 (hepatocarcinoma humano) expostas ao MeHg. A niacina também chamada de vitamina B3 é encontrada em alguns frutos, incluindo o fruto amazônico denominado cubiu (*Solanum sessiflorum*). Este fruto é considerado a “maçã da Amazônia”. Ratos intoxicados com MeHg apresentaram redução na genotoxicidade avaliada pelo ensaio DNA cometa quando foram concomitantemente tratados com niacina (DE PAULA et al., 2016).

Sabe-se que o MeHg possui forte ação neurodegenerativa e neuroteratogênica. Por este motivo, estudos sobre o efeito de frutos, como o guaraná na proteção de células neurais podem ser considerados relevantes. Assim, apesar das limitações relacionadas a estudos feitos somente em cultura de células, os resultados descritos aqui sugeriram que o guaraná poderia contribuir para diminuir os efeitos tóxicos que se espera encontrar em populações expostas ao MeHg como ocorre nas populações ribeirinhas do Amazonas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Suplementos alimentares: documento de base para discussão regulatória.** Ministério da Saúde: 2017.

ANTONINI, T. C. **Impact of functional determinants on 5.5-year mortality in Amazon riparian elderly.** Rev Panam Salud Publica, v. 40, n. 1, 2016.

ARANTES, L. P*. et al.* **Mecanismos envolvidos nos efeitos antienvelhecimento do guaraná (Paullinia cupana) em Caenorhabditis elegans**. Revista Brasileira de Pesquisa Médica e Biológica, v. 51, e7552, 2018.

BARCELOS, G. R. et al. Protective properties of quercetin against DNA damage and oxidative stress induced by methylmercury in rats. Arch Toxicol, v. 85, n. 9, p. 1151-7, 2011.

BASTA, P. C. et al. **Análise regional dos níveis de mercúrio em peixes consumidos pela população da Amazônia Brasileira**. Nota Técnica, 2023.

BITTENCOURT, L. S. *et al.* **The protective effects of guaraná extract (Paullinia cupana) on fibroblast NIH-3T3 cells exposed to sodium nitroprusside.** Food and Chemical Toxicology, v. 53, p. 119-125, 2013.

BRASIL, A. *et al*. **Diet enriched with the Amazon fruit açaí (Euterpe oleracea) prevents electrophysiological déficits and oxidative stress induced by methyl-mercury in the rat retina**. Nutr Neurosci, v. 20, n. 5, p. 265-272, 2017.

BRITO, W. J. P. **Mercúrio no meio ambiente: uma revisão sobre seus efeitos toxicológicos e as principais fontes de emissão- São Paulo- Brasil.** Revista DAE, v. 69, n. 230, p. 127-139, 2021.

DAS, S. *et al.* **Harmonization of mangiferin on methylmercury engendered mitochondrial dysfunction**. Environ Toxicol, v. 32, n. 2, p. 630-644, 2017.

DE PAULA, E. S. *et al.* **Protective effects of niacin against methylmercury-induced genotoxicity and alterations in antioxidant status in rats. Journal of toxicology and environmental health.** 2016.

FERREIRA M. M. *et al*. **Fundamentos da assistência de enfermagem na atenção primária às gestantes ribeirinhas afetadas pelo despejo de mercúrio em corpos d'agua.** Global Clinical Research Journal, [S. l.], v. 2, n. 2, p. e31, 2022.

FUKUMASU, H. *et al.* **Protective effects of guarana (Paullinia cupana Mart. Var. Sorbilis) against DEN-induced DNA damage on mouse liver.** Food and Chemical Toxicology, v. 44, n. 6, p. 862-867, 2006.

GAMA, A. S. M. *et al.* **Padrões de consumo alimentar nas comunidades ribeirinhas da região do médio rio Solimões-Amazonas-Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 27, p. 2609-2620, 2022.

INFANTE, J*. et al.* **Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Unexplored Brazilian Native Fruits.** PLoS ONE, v. 11, n. 4, e0152974, 2016.

KASAI, H. *et al.* **Formation of 8-hydroxyguanine moiety in cellular DNA by agentes producing oxygen radicals and evidence for its repair.** Carcinogenesis, v. 7, n. 11, p. 1849-1851, 1986.

KOBER, H. *et al.* **Genoprotective and hepatoprotective effects of Guarana (*Paullinia cupana* Mart. Var. *sorbilis*) on CCl4-induced liver damage in rats**. Drug and Chemical Toxicology, v. 39, n. 1, 2016.

KREWER, C. C. *et al.* **Efeito in vivo e in vitro do guaraná nos distúrbios metabólicos e nos biomarcadores inflamatórios associados à lipotoxicidade**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

KREWER, C. C. *et al.* **Habitual intake of guaraná and metabolic morbidities: an epidemiological study of an elderly Amazonian population.** Phytother Res, v. 25, n. 9, p. 1367-74, 2011.

KUNJIRAMA, M. *et al.* Adsorption affinity and electivity of 3-ureidopropyltriethoxysilane grafted oil palm empty fruit bunches towards mercury ions. Environ Sci Pollut Res Int., v. 24, n.17, p. 15167-15181, 2017.

LIU, Y. *et al.* **Selenium modulated gut flora and promoted decomposition of methylmercury in methylmercury-poisoned rats.** Ecotoxicol Environ Saf, v.185, 2019.

MACHADO, K. N. *et al*. **Inibição do TNF-α, efeitos antioxidantes e análise química de extratos e frações do pó da semente de guaraná brasileiro**. Química Alimentar, v. 129563, 2021.

MAIA-RIBEIRO, E. A. *et al*. **Functional, balance and health determinants of falls in a free living community Amazon riparian elderly.** Arch Gerontol Geriatr, v. 56, n. 2, p. 350-7, 2012.

MALDANER, D. R. *et al*. **A interação entre a terapia a laser de baixa intensidade e o extrato de guaraná (*Paullinia cupana)* induz efeitos antioxidantes, antiinflamatórios e anti apoptóticos e promove a proliferação de fibroblastos dérmicos.** Jornal de Dermatologia Cosmética, v. 19, n. 3, p. 629–637, 2020.

MENDES, T. M. N. *et al.* **Catequinas e procianidinas do guaraná (*Paullinia cupana*): bioacessibilidade gastrointestinal/colônica, permeabilidade das células Caco-2 e impacto dos macronutriente**s. Jornal de Alimentos Funcionais, v. 55, p. 352–361, 2019.

NADIN, S. B. *et al.* **A silver staining method for single-cell gel assay**. J Histochem Cytochem, v. 49, n. 9, p. 1183-6, 2001.

NEVES, J. **Estudo aponta níveis elevados de mercúrio em crianças e mulheres indígenas**. Fundação Oswaldo Cruz: uma instituição a serviço da vida (FIOCRUZ). Rio de Janeiro, 2019.

PAGLIARUSSI, R. S. *et al.* **Método quantitativo para análise de alcalóides xantina em *Paullinia cupana* (guaraná) por cromatografia gasosa em coluna capilar**. Journal of Separation Science, v. 25, n. 5-6, p. 371-374, 2002.

RAMOS, A. R. A. *et al.* **Mercury-Based Mining in Yanomami Indigenous Lands and Accountabilities**. Ambiente & Sociedade, v. 23, p. e03262, 2020.

RIBEIRO, E. E. *et al.* “Elderly from the Forest” Project: Health Indicators of Elderly’s Family Health Strategy in Manaus-AM’s Health Districts, Brazil. Rev. bras. Geriatra. Gerontol., v. 11, n. 3, 2008.

ROGGIA, I., *et al.* **Guaraná: método RP-HPLC indicador de estabilidade e perfil de segurança usando células microgliais**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 94, e103629, 2020

SANTANA, A. L; MACEDO, G. A. **Aspectos sanitários e tecnológicos das metilxantinas e polifenóis do guaraná: uma revisão**. Jornal de Alimentos Funcionais, v. 47, p. 457–468, 2018.

SILVA, T. O. *et al.* **Association between advanced oxidation protein products and 5-year mortality risk among amazona riparian elderly population**. Free Radic Res, v. 49, n. 2, 2015.

SINGH, N. P. *et al.* **A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells.** Exp Cells Res, v. 175, n. 1, p. 184-91, 1988.

TEIXEIRA, C. F. *et al.* **Safety indicators of a novel multi supplement based of guaraná, selenium, and L-carnitine: Evidence from human and red earthworm imune cells.** Food Chem Toxicol, v. 150, 2021.

VELOSO, C. F. et al. **Efeitos neuroprotetores do guaraná (Paullinia cupana Mart.) contra a exposição in vitro à vincristina**. O Jornal de Prevenção da Doença de Alzheimer, v. 5, n. 1, p. 65–70, 2018.

YONEKURA, L. *et al.* **Biodisponibilidade de catequinas do guaraná (Paullinia cupana) e seu efeito sobre enzimas antioxidantes e outros marcadores de estresse oxidativo em seres humanos saudáveis.** Comida & função, v. 7, n. 7, pág. 2970-2978, 2016.

A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA D NO DIABETES MELLITUS

Data de submissão: 13/12/2023 *Data de aceite: 01/02/2024*

Mércia Karoline da Silva
Centro Universitário Cesmac
Maceió – AL
https://lattes.cnpq.br/0959386019681636

Marcia Samia Pinheiro Fidelix
Centro Universitário Cesmac
Maceió – AL
http://lattes.cnpq.br/4392286371102093

RESUMO: A diabetes é uma doença crônica não transmissível e está relacionada a diversos fatores genéticos. Esta doença é caracterizada por níveis elevados de glicose no sangue. A associação da suplementação de vitamina D na diabetes mellitus tem sido objeto de estudo devido à possível influência da vitamina D nos aspectos metabólicos da doença. Estudos sugerem que a vitamina D pode desempenhar um papel na regulação dos níveis de glicose no sangue, na melhoria da sensibilidade à insulina e na redução do risco de complicações associadas à diabetes. No entanto, enquanto alguns estudos indicam benefícios potenciais e satisfatórios, outros mostram resultados mistos ou inconclusivos. A metodologia utilizada neste estudo foi uma revisão de literatura com base em artigos que trouxeram foco para novas perspectivas sobre esse tema. Conclui-se que os artigos pesquisados na revisão de literatura mostram resultados positivos no tratamento da diabetes.

PALAVRAS-CHAVE: Vitamina D; doenças crônicas não transmissíveis; diabetes mellitus; suplementação; controle glicêmico; resistência insulínica.

THE INFLUENCE OF VITAMIN D SUPPLEMENTATION ON DIABETES MELLITUS

ABSTRACT: Diabetes is a chronic non-communicable disease and is related to several genetic factors. This disease is characterized by high blood glucose levels. The association of vitamin D supplementation in diabetes mellitus has been the subject of study due to the possible influence of vitamin D on the metabolic aspects of the disease. Studies suggest that vitamin D may play a role in regulating blood glucose levels, improving insulin sensitivity, and reducing the risk of complications associated with diabetes. However, while some studies indicate potential and satisfactory benefits, others show mixed or inconclusive results.

The methodology used in this study was a literature review based on articles that brought new perspectives on this topic into focus. It is concluded that the articles researched in the literature review show positive results in the treatment of diabetes.
KEYWORDS: Vitamin D; chronic non-communicable diseases; diabetes mellitus; supplementation; glycemic control; insulin resistance.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) se tornaram um problema de saúde pública mundialmente. Segundo a OMS 41,8% das mortes prematuras (30-69 anos) no Brasil são ocasionadas pelas DCNTs (Vigitel, Brasil 2023). O Brasil está vivendo em um cenário de transição demográfica acelerada, onde está aumentando a taxa de envelhecimento populacional e diminuindo a taxa de fecundidade, consequentemente passando por uma transição epidemiológica, aumentando as DCNTs (Brasil, 2021).

As DCNTs são condições de saúde de longa permanência que se desenvolvem lentamente, estão relacionadas a causas múltiplas, muitas vezes com causas complexas e prognóstico incerto. Elas persistem por longos períodos e podem ter fases de agravamento, levando a possíveis limitações, incapacidades ao longo do tempo e até mesmo a mortalidade. Entre as DCNTs, encontram-se quatro principais grupos mais evidentes, ou seja, com maior prevalência, dentre elas está a diabetes mellitus (Brasil, 2013).

A diabetes mellitus é uma condição crônica caracterizada pelo alto nível de glicose no sangue, resultantes de problemas na produção ou na ação da insulina, hormônio responsável por regular a quantidade de glicose no organismo. Esta condição afeta milhões de pessoas em todo o mundo e pode desencadear complicações sérias se não for adequadamente controlada (Ferreira et al., 2021).

A prevalência da diabetes tem aumentado significativamente nas últimas décadas, em grande parte devido a mudanças no estilo de vida, como dietas pouco saudáveis, aumento da obesidade e sedentarismo (Sales-Peres, et al., 2016). Existem diferentes tipos de diabetes, sendo os principais: diabetes tipo 1, em que o corpo não produz insulina, e diabetes tipo 2, em que o corpo não consegue usar a insulina de maneira eficaz (Maraschin, J. DE F. et al., 2010).

O tratamento e controle da doença depende de muitos fatores e mais recentemente os estudos demonstram eficácia na suplementação de vitamina D em indivíduos com diabetes mellitus recém-diagnosticado (Borkar et al, 2010).

A vitamina D é um hormônio esteroide cuja principal função é a regulação do metabolismo ósseo. É produzida, de forma endógena, nos tecidos cutâneos após a exposição solar, bem como obtida pela ingestão de alimentos específicos ou por suplementação (Shalka; Reis,2011). Mesmo que esta vitamina seja sintetizada através da exposição solar, existem inúmeros casos de pessoas com deficiência deste micronutriente. Assim, a recuperação dos níveis séricos pode ser aumentada através da alimentação

adequada, baseada em alimentos com fontes de vitamina D, tais como gema de ovo e fígado (Surch; Martini; Garcia,2009) ou ainda pela suplementação.

Vale salientar que as necessidades dietéticas recomendadas (RDA) de vitamina D varia de acordo com idade, sexo e estado fisiológico. De acordo com as Dietary Reference Intakes (DRIs) as unidades internacionais (UI) para de adultos (homens e mulheres) e idosos ≥ 70 anos é de 2000.00 UI, ou seja, 50mcg de colecalciferol (Padovani, R. M. et al.. 2006).

Os receptores de vitamina D estão presentes em vários tipos celulares e, nos últimos anos, várias ações não calcêmicas da vitamina D estão sendo estudadas (Galvão et al,2013). Deste modo, existem evidências recentes que sugerem o envolvimento desta vitamina em vários processos celulares vitais, tais como: diferenciação e proliferação celular, secreção hormonal (ex. insulina), bem como no sistema imunitário e em diversas doenças crônicas não transmissíveis (Peterlick; Cross,2005).

A deficiência de vitamina D está associada a problemas de saúde, incluindo vários tipos de câncer, doenças autoimunes e metabólicas, como diabetes mellitus tipo 1 e tipo 2 (LIU et al., 2009; N. Binkley, 2010). A associação da deficiência de vitamina D com distúrbios cardiometabólicos, doenças cardiovasculares, diabetes e síndrome metabólica foi recentemente revista numa meta-análise por Chih-Chien (2012) de estudos publicados de forma independente. Os resultados mostraram uma redução significativa no risco de desenvolver diabetes, doenças cardiovasculares e síndrome metabólica associada em pacientes que apresentavam concentrações plasmáticas elevadas de 25-hidroxivitamina D.

Em virtude do exposto, o objetivo deste artigo foi correlacionar a suplementação da vitamina D no controle glicêmico de indivíduos com Diabetes Mellitus.

METODOLOGIA

O tipo de estudo realizado é uma revisão de literatura, que permite reunir informações sobre um tema específico - neste caso suplementação de vitamina D e controle do diabetes - e identificar lacunas no conhecimento que precisam ser exploradas em novos estudos.

Para realização deste estudo, foram realizadas pesquisas nas bases de dados: Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde Scientific (LILACS), Electronic Library Online (ScIELO), identificado por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), MEDLINE base de dados bibliográficos da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América – US National Library of Medicine's – NLM; IBECS Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud del Instituto de Salud Carlos III del Ministerio de Sanidad y Consumo de España.

Os critérios de inclusão utilizados para este estudo foram artigos disponíveis na sua integralidade, gratuitos e redigidos em língua portuguesa e inglesa; e que estivessem associados ao tema central da pesquisa e que respondam a questão norteadora do estudo, com publicações nas bases de dados supracitadas, no período de 2005 a 2023.

As palavras chaves utilizadas foram vitamina D, doenças crônicas não transmissíveis, diabetes mellitus, suplementação, controle glicêmico e resistência insulínica.

Os critérios para exclusão foram artigos indisponíveis na sua integralidade e que não atendem os critérios estabelecidos na metodologia, além daqueles que apresentam duplicidade entre as categorias, e texto sem elemento relevante ao escopo do estudo.

Dos estudos selecionados foram extraídas as informações de acordo com as seguintes variáveis: título, ano de publicação, tipo de periódico científico, objetivo, metodologia e principais resultados. Posteriormente as informações extraídas passaram por uma análise temática, possibilitando a discussão científica por meio dos principais resultados de interesse deste estudo.

METABOLISMO DA VITAMINA D

A vitamina D é derivada principalmente da produção endógena, sintetizada através da exposição solar na pele. A exposição à luz solar desencadeia uma reação que converte uma substância chamada 7-dehidrocolesterol em pré-vitamina D3. Esta pré-vitamina D3 passa por outra modificação não enzimática na pele, resultando em vitamina D em cerca de 30 a 60 dias após a exposição solar. A vitamina D produzida entra na corrente sanguínea e chega ao fígado, onde enzimas a convertem em 25(OH)D3, também conhecida como calcidiol (Lichtenstein, A. et al., 2013).

A 25(OH)D3 é então convertida em 1,25-dihidroxivitamina D ou 1,25(2OH)D3, conhecida como calcitriol, nas células epiteliais dos túbulos renais. Esta forma ativa da vitamina D se liga a receptores específicos nos tecidos, estimulando a manifestação de genes e desencadeando ações consecutivas. O agrupamento de calcitriol é muito menor do que o de 25(OH)D3, representando cerca de 0,1%. A síntese de calcitriol é conduzida pelo hormônio paratireoideano (PTH) e inibida pelo fator de crescimento de fibroblastos, produzido nas células dos ossos (Lichtenstein, A. et al., 2013).

A vitamina D e seus pró-hormônios [colecalciferol, 25-hidroxicolecalciferol, 7-desidrocolesterol, 24,25-dihidroxicolesterol, ergocalciferol e 1,25(OH) vitamina D] têm sido alvo de um número crescente de estudos nos últimos anos, que demonstram seu funcionamento além do metabolismo do cálcio e da formação óssea. Essas funções incluem a interação da vitamina D com outros sistemas, como o sistema imunológico, devido à expressão do receptor de vitamina D (VDR) e da enzima responsável pela formação do calcitriol (1-alfa-CYP27B1 hidroxilase) em uma ampla variedade de tecidos corporais (Jones, 2008). Além do mais, a vitamina D está relacionada a várias DCNTs, tais como diabetes tipo 2 (Pittas et al., 2007).

RELAÇÃO DA VITAMINA D E A DIABETES MELLITUS

A vitamina D desempenha um papel crucial na prevenção e controle do diabetes. Inicialmente, ajuda a combater a resistência à insulina, permitindo que as células β do pâncreas liberem mais insulina para regular os níveis de glicose no sangue. Essa vitamina influencia a produção de adipocinas, que desempenham um papel vital na regulação dos níveis de glicose e lipídios no organismo. Ela também reduz a inflamação, um fator chave na resistência à insulina. Além disso, a vitamina D mantém a atividade mitocondrial normal, evitando a formação de espécies reativas de oxigênio (ROS) que podem prejudicar a sinalização da insulina (Berridge M. J., 2017).

Estudos indicaram baixos níveis de 25(OH)D3 em pessoas recém-diagnosticadas com diabetes tipo 1 (DM1), sugerindo que a deficiência de vitamina D pode estimular o sistema imunológico a liberar linfócitos T, interleucinas 6 e 12, assim como fator de necrose tumoral alfa (TNF), contribuindo para a destruição das células beta do pâncreas. Em relação ao diabetes tipo 2 (DM2), a vitamina D pode influenciar diretamente a secreção de insulina por diversos mecanismos, incluindo a regulação do cálcio intracelular e a ativação de vias de sinalização envolvendo fosfolipídios e proteína quinase C (Boucher B. J., 2011).

Há evidências crescentes que ligam a deficiência de vitamina D a predisposição para desenvolver DM2 e DM1, bem como ao desenvolvimento de ambas as doenças. A Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição (NHANES III) avaliou 9.773 adultos maiores de 18 anos e demonstrou associação entre concentrações de vitamina D, homeostase da glicose e desenvolvimento de DM. Este estudo observou uma relação inversa entre os valores de hemoglobina glicada (HbA1c) e as concentrações de 25(OH)D ou 25(OH)D3 em pessoas de 35 a 74 anos sem história conhecida de DM. Os mecanismos biológicos subjacentes ainda não são totalmente compreendidos.

RESULTADOS

Foram compiladas as evidências atuais de estudos clínicos e experimentais sobre a função da suplementação de vitamina D no manejo da Diabetes Mellitus, bem como seu papel no controle glicêmico e na melhoria da sensibilidade à insulina em pacientes com esta enfermidade.

No quadro 1, abaixo, foram listados os principais estudos que investigaram a associação entre a suplementação de vitamina D e diabetes mellitus (DM).

AUTOR E ANO DO ESTUDO	ESTUDO E AMOSTRA	PRINCIPAIS RESULTADOS
Pittas et al., 2007	Revisão sistemática e metanálise Homens/mulheres Idade ≥65 anos	A suplementação de 700 UI de vitamina D3 e 500 mg de cálcio não teve impacto na glicemia ou na resistência à insulina em adultos com mais de 65 anos e níveis normais de açúcar no sangue. Porém, para aqueles com níveis alterados da glicemia de jejum no início do estudo, a combinação desses suplementos resultou em menor aumento da glicemia de jejum e menor resistência à insulina após 3 anos em comparação com aqueles que receberam placebo.
De Boer et al., 2008	Revisão Sistemática Mulheres (pós-menopausa) 50 - 79 anos	O estudo Women's Health Initiative não encontrou evidências de que uma dose diária de 400 UI de vitamina D tenha um efeito preventivo significativo na ocorrência de diabetes tipo 2.
Hurst et al., 2010	Estudo clínico randomizado em Mulheres entre 23 - 68 anos	A ingestão de 4000 UI de vitamina D durante 4 ou 6 semanas resultou em uma redução da resistência à insulina, em pessoas cujos níveis de 25-hidroxivitamina D3 [25(OH)D3] eram ≥ 32 ng/mL no diabetes tipo 2.
Pittas et al., 2010	Revisão sistemática com estudos de coorte e ensaios clínicos, abordando adultos de ambos os sexos	A suplementação de vitamina D não demonstrou ter um efeito significativo em pessoas com níveis de glicemia inicialmente adequados para normalidade. No entanto, no grupo em que os níveis iniciais de glicemia basal estavam elevados, a suplementação de 700 UI por dia melhorou o controle glicêmico.
George et al., 2012	Revisão sistemática realizada com 15 ensaios abordando ambos os sexos (adultos e idosos) entre 26 e 77 anos	Não existem provas suficientes para sugerir que a suplementação de vitamina D seja eficaz na melhoria dos níveis de glicemia ou na resistência à insulina em pacientes com diabetes, glicemia em jejum normal ou tolerância diminuída à glicose.
Harinarayan et al. (2014).	Estudo Clínico Homens/Mulheres 19 a 70 anos	Demonstrou que a suplementação de vitamina D (dose diária de 600 UI pode melhorar o controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2.

Quadro 1 – Estudos de associação entre vitamina D e controle do DM

Foram encontrados 6 estudos bem conduzidos que sugerem a possível associação entre a vitamina D e o controle da diabetes mellitus, sendo explorado o potencial benefício da suplementação de vitamina D no tratamento do diabetes. Embora estudos tenham apresentado resultados prometedores, indicando uma possível melhoria nos níveis glicêmicos e na sensibilidade à insulina com a suplementação de vitamina D, é importante destacar que os resultados variam de acordo com o tipo de estudo, população, dose da suplementação e tempo de tratamento, e assim ainda há controvérsias na literatura.

DISCUSSÃO

Com base no quadro 1, pode-se observar várias informações relacionadas à suplementação de vitamina D e seu efeito no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2. Essa suplementação foi abordada em diferentes faixas etárias em ambos os sexos, desde adultos até idosos de 70 anos e mais, incluindo mulheres pós-menopausa.

Vale salientar que de acordo com o estudo de Pittas (2010), a suplementação de vitamina D não demonstrou um efeito significativo em pessoas com níveis normais de glicemia inicial. No entanto, em indivíduos com níveis elevados de glicemia basal, a suplementação diária de 700 UI de vitamina D melhorou o controle glicêmico.

Estudos como o de Harinarayan et al. (2014) e Hurst et al. (2010) mostraram que a suplementação diária de vitamina D, em doses de 600 a 4.000 UI, pode melhorar o controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2 e reflete com a redução da resistência insulínica.

A pesquisa de Hurst (2010) destacou que a suplementação de vitamina D em 4000 UI reduziu a resistência à insulina, mesmo em indivíduos com níveis de 25(0H)D3 acima de 32 ng/mL. Além disso, a falta de vitamina D e cálcio pode ter um impacto adverso nos níveis de glicemia. Todavia, suplementar 700 UI de vitamina D3 e 500 mg de cálcio, ambos os nutrientes em conjunto, pode ser vantajoso para melhorar o metabolismo da glicose, segundo Pittas (2007).

Contrariando as expectativas, De Boer (2008) não encontraram evidências de que uma dose diária de 400 UI de vitamina D tivesse um efeito preventivo significativo na incidência de diabetes tipo 2. Além disso, a revisão sistemática de George (2012) não encontrou evidências suficientes para sugerir que a suplementação de vitamina D seja eficaz na melhoria dos níveis de glicemia ou resistência à insulina em pacientes com diabetes, glicemia em jejum normal ou tolerância diminuída à glicose.

Enfim, há controvérsias e ainda não há evidências suficientes até o momento para sugerir que a suplementação de vitamina D seja eficaz na melhoria dos níveis de glicemia ou na resistência à insulina em pacientes com diabetes, glicemia em jejum normal ou tolerância diminuída à glicose.

CONCLUSÃO

Com base na pesquisa, pode-se concluir que a suplementação de vitamina D pode ter um efeito positivo no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2, especialmente em pessoas com níveis elevados de glicemia basal. Estudos indicaram que a suplementação diária de vitamina D em doses adequadas (700 a 4000 UI) pode melhorar o controle glicêmico e reduzir a resistência à insulina em certos níveis de 25(OH)D3.

Embora haja algumas indicações promissoras, é importante ressaltar que os resultados são variados e ainda não há evidências suficientes para sugerir a eficácia da suplementação de vitamina D na melhoria dos níveis de glicemia.

Mais pesquisas são necessárias para entender melhor os mecanismos envolvidos e determinar as doses ideais de suplementação de vitamina D para indivíduos com diabetes tipo 2.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Margarete Almeida Freitas de et al . **Efeito da suplementação de vitamina D sobre os parâmetros glicêmicos de idosos com diabetes tipo 2: uma revisão sistemática.**

AZEREDO PASSOS, V. M. et al. **The burden of disease among Brazilian older adults and the challenge for health policies: Results of the Global Burden of Disease Study 2017**. Population Health Metrics, v. 18, n. Suppl 1, p. 1–16, 2020. Disponível em:http://dx.doi.org/10.1186/s12963-020-00206-3. Acesso em: 05 out. 2022

BOUCHER B. J. (2011). **Vitamin D insufficiency and diabetes risks**. Current drug targets, 12(1), 61–87. https://doi.org/10.2174/138945011793591653

BERRIDGE M. J. (2017). **Vitamin D deficiency and diabetes.** The Biochemical journal, 474(8), 1321–1332. https://doi.org/10.1042/BCJ20170042

COSTA**,** Rafael Everton Assunção Ribeiro da; COELHO; NETO**. Deficiência de Vitamina D no Diabetes Mellitus: revisão integrativa da literatura**. REAS/EJCH I Vol.Sup.n.57 I e3994 I DOI: https://doi.org/10.25248/reas.e3994.2020

DE BOER IH, Tinker LF, Connelly S, Curb JD, Howard BV, Kestenbaum B, for the **Women's Health Initiative Investigators. Calcium plus Vitamin D supplementation and the risk of incident diabetes in the women's health initiative**. Diabetes Care. 2008;31:701–7.

DEROSA G, D'Angelo A, Martinotti C, Valentino MC, Di Matteo S, Bruno GM, Maffioli P. **Vitamin D3 supplementation improves glycemic control in type 2 diabetic patients: Results from an Italian clinical trial**. Int J Vitam Nutr Res. 2022 Mar;92(2):91-100. doi: 10.1024/0300-9831/a000673. Epub 2020 Aug 14. PMID: 32795167.

ELMOSELHI A, Seif Allah M, Bouzid A, Ibrahim Z, Venkatachalam T, Siddiqui R, Khan N, Hamoudi R and van Wijnen A (2023) **Circulating microRNAs as potential biomarkers of early vascular damage in vitamin D deficiency, obese, and diabetic patients**, PLOS ONE, 10.1371/journal.pone.0283608, **18**:3, (e0283608)

FERREIRA, Bruna Carolina. OLIVEIRA, Carla Miguel de. SALLES, Bruno Cesar Correa. **Diabetes Mellitus e suas complicações crônicas: revisão de literatura.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 06, Vol. 11, pp. 24-42. Junho de 2021.

FORREST KY, Stuhldreher WL. **Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults**. Nutr Res. 2011 Jan;31(1):48-54. doi: 10.1016/j.nutres.2010.12.001. PMID: 21310306.

GALVÃO, Letícia Oba et al. **Considerações atuais sobre a vitamina D**. • Brasília Med 2013;50(4):324-332

GEORGE, PS, Pearson, ER e Witham, MD (2012), **Efeito da suplementação de vitamina D no controle glicêmico e na resistência à insulina: uma revisão sistemática e meta-análise.** Medicina Diabética, 29: e142-e150.

GRANDI NC, Breitling LP, Brenner H. **Vitamin D and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis of prospective studies**. Prev Med. 2010 Sep-Oct;51(3-4):228-33. doi: 10.1016/j.ypmed.2010.06.013. Epub 2010 Jun 19. PMID: 20600257.

HARINARAYAN CV, Arvind S, Joshi S, Thennarasu K, Vedavyas V, Baindur A. **improvement in pancreatic β-cell function with vitamin d and calcium supplementation in vitamin d-deficient nondiabetic subjectS**. Endocr Pract. 2014;20(2):129-138. doi:10.4158/EP13273.OR

HURST PR, Stonehouse W, Coad J. **Vitamin D reduces insulin resistance in South Asian women living in New Zealand who are insulin resistant and vitamin D deficient- a randomized, placebo-controlled trial**. Br J Nutr. 2010;103:549–55.

ISSA CM**. Vitamin D and Type 2 Diabetes Mellitus**. Adv Exp Med Biol. 2017;996:193-205. doi: 10.1007/978-3-319-56017-5_16. PMID: 29124701.

LICHTENSTEIN, A. et al.. **Vitamina D: ações extraósseas e uso racional**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 59, n. 5, p. 495–506, set. 2013.

MALTA, D. C. et al. **Trends in mortality due to non-communicable diseases in the Brazilian adult population: National and subnational estimates and projections for 2030**. Population Health Metrics, v. 18, n. Suppl 1, p. 1–14, 2020.

MALTA, Deborah Carvalho et al. **Doenças Crônicas Não Transmissíveis na Revista Ciência & Saúde Coletiva: um estudo bibliométrico**. Ciência & Saúde Coletiva [online]. 2020, v. 25, n. 12 [Acessado 14 Agosto 2023], pp. 4757-4769.

MARASCHIN, J. DE F. et al.. **Classificação do diabete melito**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 95, n. 2, p. 40–46, ago. 2010.

MS – Ministério da saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. BRASIL;2011 [s.l:s.n.].

MS – Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento Das Doenças Crônicas E Agravos Não Transmissíveis no Brasil - 2021-2030**. BRASIL; 2021 [s.l: s.n.]. v. 1.

MUSCOGIURI G, Altieri B, Annweiler C, Balercia G, Pal HB, Boucher BJ, Cannell JJ, Foresta C, Grübler MR, Kotsa K, Mascitelli L, März W, Orio F, Pilz S, Tirabassi G, Colao **A. Vitamin D and chronic diseases: the current state of the art.** Arch Toxicol. 2017 Jan;91(1):97-107. doi: 10.1007/s00204-016-1804-x. Epub 2016 Jul 18. PMID: 27425218.

OLIVIERA, Fernanda Passos A. et al. **Vitamina D associada à resistência insulínica**. HU Revista, Juiz de Fora, v. 42, n. 2, p. 105-109, jul./ago. 2016

PADOVANI, R. M. et al.. **Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais.** Revista de Nutrição, v. 19, n. 6, p. 741–760, nov. 2006

PITTAS AG, Chung M, Trikalinos T, Mitri J, Brendel M, Patel K, Lichtenstein AH, Lau J, Balk EM. **Systematic review: Vitamin D and cardiometabolic outcomes.** Ann Intern Med. 2010;152:307–14

PITTAS AG, Dawson-Hughes B, Li T, Van Dam RM, Willett WC, Manson JE, Hu FB**. Vitamin D and calcium intake in relation to type 2 diabetes in women**. **Diabetes Care**. 2006 Mar;29(3):650-6. doi: 10.2337/diacare.29.03.06.dc05-1961. PMID: 16505521.

PITTAS AG, Lau J, Hu FB, Dawson-Hughes B. **Review: the role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis.** J Clin Endocrinol Metab. 2007;92:2017–29

PREMAOR, M. O., & Furlanetto, T. W.. (2006). **Hipovitaminose D em adultos: entendendo melhor a apresentação de uma velha doença.** Arquivos Brasileiros De Endocrinologia & Metabologia, 50(1), 25–37. https://doi.org/10.1590/S0004-27302006000100005

RAFAELLI, Rafael Algusto et al**. Influência da vitamina D nas doenças endocrinometabólicas**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 36, n. 1, supl, p. 333-348, ago. 2015

RUIZ, F. S.; OLIVEIRA, A. F.; SIMÃO, A. N. C.; LOZOVOY, M. A. B.; ALFIERI, D. F.; SANDRINI, F.; DICHI, I.; DICHI, J. B. **Associação entre deficiência de vitamina D, adiposidade e exposição solar em participantes do sistema de hipertensão arterial e diabetes melito**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 103–114, 2014. DOI: 10.5433/1679-0367.2014v35n2p103.

Sales-Peres, Silvia Helena de Carvalho et al. **Estilo de vida em pacientes portadores de diabetes mellitus tipo 1: uma revisão sistemática.** Ciência & Saúde Coletiva [online]. 2016, v. 21, n. 4 [Acessado 27 Novembro 2023] , pp. 1197-1206.

SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**: 2017-2018. São Paulo: Clannad; 2017. SEABRA, A.L.R.

SCHUCH, N. J.; GARCIA, V. C.; MARTINI, L. A.. **Vitamina D e doenças endocrinometabólicas**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 53, n. 5, p. 625–633, jul. 2009.

SOUTO, Debora Lopes. **Suplementação de Vitamina D para Pacientes com Diabetes Mellitus.** Portal SBD.2023.

VIGITEL Brazil 2023: **surveillance of risk and protective factors for chronic diseases** by telephone survey: estimates of frequency and sociodemographic distribution of risk and protective factors for chronic diseases in the capitals of the 26 Brazilian states and the Federal District in 2023

WEHRMEISTER FC, Wendt AT, Sardinha LMV. **Inequalities and Chronic Non-Communicable Diseases in Brazil**. Epidemiol Serv Saude. 2022 Jul 8;31(spe1):e20211065. doi: 10.1590/SS2237-9622202200016.especial. PMID: 35830089; PMCID: PMC9897814

WIMALAWANSA SJ. **Associations of vitamin D with insulin resistance, obesity, type 2 diabetes, and metabolic syndrome.** J Steroid Biochem Mol Biol. 2018 Jan;175:177-189. doi: 10.1016/j.jsbmb.2016.09.017. Epub 2016 Sep 20. PMID: 27662816.

ZITTERMANN, A., & GUMMERT, J. F. (2010). **Nonclassical vitamin D action.** ***Nutrients***, 2(4), 408–425. https://doi.org/10.3390/nu2040408

CAPÍTULO 5

NUTRIÇÃO DE PEITO ABERTO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA ENTRE ALIMENTAÇÃO E CÂNCER DE MAMA

Data de submissão: 27/12/2023

Data de aceite: 01/02/2024

Rayane Fortes Carvalho
Centro Universitário Santo Agostinho
Teresina-Píauí
https://orcid.org/0009-0001-6055-6882

Karyni Lemos Carreiro
Centro Universitário Santo Agostinho
Teresina-Píauí
https://orcid.org/0009-0004-6730-8680

Rivanna Sousa Moura
Centro Universitário Santo Agostinho
Teresina-Píauí
https://orcid.org/0009-0007-3129-3976

Ana Caroline de Castro Fernandes
Centro Universitário Santo Agostinho
Teresina-Piauí
https://orcid.org/0000-0001-8830-0283

Daniele Rodrigues Carvalho Caldas
Centro Universitário Santo Agostinho
Teresina-Piauí
https://orcid.org/0000-0003-3281-4749

RESUMO: A alimentação é uma das principais aliadas ao tratamento de neoplasias, pois seguindo as orientações dietéticas adequadas e optando por melhores hábitos alimentares é capaz de estimular uma possível prevenção do câncer de mama. Trata-se de um relato de experiencia do projeto de extensão desenvolvido pelo curso de Nutrição do UNIFSA denominado Nutrição de Peito Aberto com o objetivo de realizar ações de educação alimentar e nutricional, atendimento e orientação individualizada e acolhimento para mulheres com câncer de mama. O projeto de extensão nos permitiu conviver com as participantes em quatro encontros, no primeiro ocorreu uma reunião para conhecer o grupo, depois realizado palestra sobre câncer com alimentação saudável, nos demais encontros, realizado atendimento nutricional e uma oficina gastronômica. É notório, que pesquisas voltadas a essa patologia sempre serão necessárias, e que quanto maior abrangência e vivência de estudantes da área da saúde, melhores profissionais ligados a essa área existirão.

PALAVRAS-CHAVE: Câncer de mama. Mulheres. Alimentação Saudável.

NUTRITION AND OPEN CHEST: AN EXPERIENCE REPORT BETWEEN FOOD AND BREAST CANCER

ABSTRACT: Food is one of the main allies in the treatment of neoplasms, as following appropriate dietary guidelines and opting for better eating habits can encourage possible prevention of breast cancer. This is an experience report of the extension project developed by the UNIFSA Nutrition course called Open Chest Nutrition with the aim of carrying out food and nutritional education actions, individualized care and guidance and reception for women with breast cancer. The extension project allowed us to meet the participants in four meetings, in the first there was a meeting to get to know the group, then a lecture on cancer with healthy eating, in the other meetings, nutritional care and a gastronomic workshop were held. It is clear that research focused on this pathology will always be necessary, and that the greater the scope and experience of students in the health area, the better professionals linked to this area will exist.
KEYWORDS: Breast cancer. Women. Healthy eating.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o perfil da morbimortalidade vem passando por uma mudança intensa, passando de doenças infecto-parasitárias a crônico-degenerativas, como o câncer, tendo como principais causas as mudanças nos hábitos de vida e no perfil epidemiológico da população. Dentre os tipos de câncer que vem acometendo as mulheres brasileiras, o câncer de mama surge representando a principal causa de morte no sexo feminino, e em nível mundial cede o lugar apenas para o câncer de pulmão, representando um grande problema de saúde pública em todo o mundo (PAULINELLI et al, 2003; CANTINELLI, 2006; HADDAD; SILVA, 2001; SILVA; RIUL, 2012).

Dentre os fatores que podem ocasionar o câncer de mama, os aspectos endócrinos, genéticos e a idade destacam-se como principais fatores de risco, e esse risco aumentado para o desenvolvimento de câncer de mama relaciona-se com história de menarca precoce, menopausa tardia, primeira gravidez após os 30 anos, nuliparidade e terapia de reposição hormonal pós-menopausa, principalmente se prolongada por mais de cinco anos. Alguns demais fatores incluem a exposição a radiações ionizantes, ingestão regular de bebida alcoólica, obesidade, principalmente quando o aumento de peso se dá após a menopausa, e sedentarismo. O histórico familiar também entra como fator, principalmente em parentes de primeiro grau antes dos 50 anos, o que constitui importante fator de risco para o câncer de mama. Entretanto, o CM de caráter hereditário corresponde a cerca de 5-10% do total de casos (INCJAGS, 2015; JUNK et al, 2014; SCHEIBLER et al 2016).

Segundo Alves (2018), a alimentação é vista como uma das principais aliadas ao tratamento de neoplasias, pois usando a combinação dos alimentos, evitando alimentos gordurosos, seguindo as orientações dietéticas adequadas e optando por melhores hábitos alimentares é capaz de estimular uma possível prevenção do câncer de mama. Considera-se que uma base de educação nutricional possa contribuir para o comportamento alimentar

de cada indivíduo, além de que optar por uma alimentação saudável contribui não só para prevenção dessa doença, mas também de doenças cardíacas e demais enfermidades crônicas (NUNES; MARTINS, 2022).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo, do tipo de experiência, vivenciado no projeto de extensão desenvolvido pelo curso de Nutrição do Centro Universitário Santo Agostinho denominado Nutrição de Peito Aberto com o objetivo de realizar ações de educação alimentar e nutricional, atendimento e orientação nutricional individualizada e acolhimento para mulheres com câncer de mama. Considerando que a nutrição tem um papel crucial na melhora e manutenção do estado nutricional deste público, a escolha deste grupo justifica-se pela falta de assistência e conhecimento nutricional que muitas destas mulheres não possuem por questões econômicas, sociais e culturais.

As atividades executadas durante o projeto se deram em seis etapas, iniciando no dia 4 de abril de 2023 e finalizando no dia 2 de junho de 2023 com a carga horária total de 40 horas. Quanto aos locais de ação, aconteceram inicialmente em centros, clínicas e projetos destinado a mulheres com câncer de mama para divulgação do projeto de extensão e capitação de mulheres para o mesmo. Após esta primeira etapa, todas as outras atividades se deram nas intermediações do Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA). Vale ressaltar que todas as etapas tiveram supervisão das nutricionistas e coordenadoras do projeto.

A primeira etapa, como já mencionado anteriormente, se deu para divulgação do projeto e recrutamento de mulheres com câncer de mama através de conversação e materiais informativos, importante relatar que a maioria das mulheres que participaram do projeto estavam em período de remissão do câncer justamente por estas terem condições de saúde mais favoráveis para se deslocarem para os locais de ação. A segunda etapa ocorreu uma reunião com as mulheres acolhidas para tirar dúvidas e explicar como se daria a execução do projeto partir daquele momento. A terceira etapa foi destinada para os extensionistas do projeto bem como os demais alunos da instituição que tivesse interesse no assunto, onde ocorreu relato de experiência e treinamento com uma nutricionista oncológica tendo como intuito de fortalecer o conhecimento dos envolvidos no projeto sobre a temática abordada.

Ainda nesse contexto, a quarta etapa veio como uma transmissão de conhecimento por parte dos extensionistas através de palestras e dinâmicas que tanto buscaram passar informações básicas sobre nutrição no tratamento e prevenção do câncer quanto acolher as mulheres lá presentes em momentos de descontração através de apresentação em slides, tira dúvidas, coffe break e sorteio de prêmio. A quinta etapa foi direcionada para o atendimento e orientação nutricional individualizado para as mulheres com câncer no

Serviço Integrado de Saúde da Instituição, tendo apoio os consultórios e materiais do local como a balança de bioimpedância, balança convencional e estadiômetro. A sexta e última etapa se deu por uma oficina culinária de preparações anti-inflamatórias e vegetarianas que ocorreu no laboratório de gastronomia do UNIFSA com o intuito de ensinar preparações práticas e saudáveis para a realidade destas mulheres, o material utilizado nessa etapa resultou tanto dos instrumentos já disponíveis no laboratório quanto de materiais fornecidos pelos alunos e professores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O câncer de mama atualmente é o segundo tipo de câncer mais comum entre as mulheres do Brasil e do mundo, que corresponde cerca de 25% dos casos novos da doença a cada ano, sendo estimados, apenas para 2016, a ocorrência de 57.960 (INCA, 2011). Tendo isso em vista, é imprescindível que haja meios de prevenção para evitar o surgimento como o tratamento adequado para isso, e a nutrição é uma ciência que tanto auxilia no tratamento preventivo como terapêutico das patologias, incluindo o câncer, através da alimentação.

Na iniciação do projeto foram visitadas instituições com alvo de residenciar o projeto, porém nem todas tiveram aderência, e isto ocorreu por alguns motivos, divergência de ideias na concretização do projeto, pela dificuldade de algumas mulheres se locomoverem para o centro universitário onde seria realizado, algumas só deslocavam para a cidade em um dia de semana para realizar consultas e tratamento, devido a muitas mulheres de outras cidades vizinhas se direcionarem a capital, por fim, questões econômica ou até mesmo de saúde.

O projeto de extensão permitiu a convivência com as participantes por meio de quatro encontros, os quais houve acolhimento seja da parte das estudantes ao acolhê-las, como serem acolhidas, que foram desenvolvidos da seguinte forma, a princípio ocorreu uma pequena reunião para conhecer o grupo denominado como “Divas”, em síntese, é um grupo de apoio onde mulheres que enfrentam ou enfrentaram o câncer são rede de apoio umas às outras,dentre elas portadoras ou ex- portadoras de neoplasias variadas como de mama, e dentre esse grupo sempre ocorre as programações e atividades, incluindo festividades, importante ressaltar que o alvo da extensão seria apenas pacientes com neoplasia mamária, entretanto o grupo escolhido também havia pacientes inseridas com outros tipos de câncer, mas em sua maioria era de mama. Nesse primeiro encontro ocorreu uma reunião de conhecimento do grupo, realizado em uma cafeteria, no shopping da cidade de Teresina, em ambiente descontraído e de forma bem aberta foram estabelecidas as principais definições e propostas do projeto, assim como o objetivo e explicação em que atividades as participantes seriam enquadradas.

Foi realizado uma pesquisa realizado pelo departamento de psicologia da universidade estadual de Maringá**,** que por dois anos foram desenvolvidos grupos de apoio psicológico para pacientes portadores de câncer e seus familiares, onde eram expostos temas relacionados a patologia e pensamentos a respeito desta e a partir dali era gerado relatos, experiências (SILVA, 2005). Em uma das sessões foi abordado sobre ser cuidador de si mesmo, no enredo do artigo é relatado que o paciente com câncer experimenta uma abrangência de auto cuidado que ultrapassa as prescritas pelos profissionais de saúde, e foi descrito ainda frases que os pacientes proferiram sobre o auto cuidado. De maneira análoga, o segundo encontro do projeto é baseado no auto cuidado através da alimentação, que se desenvolveu por meio das palestras , a verdade é que assim como citado no relato de psicologia , pacientes portadores de neoplasias têm a desenvolver esse auto cuidado mais amplo devido os riscos ás exposições que a patologia oferece.

Logo após o primeiro encontro foi marcado a data do segundo encontro que foi o primeiro evento realizado pelas acadêmicas do curso de Nutrição da Instituição participantes do projeto, a qual se introduziu a priori uma palestra desenvolvida pelas estudantes com embasamento científico voltada para o câncer, pautada em uma alimentação saudável e orientada ao tratamento realizado por elas, além de que as discentes participaram de uma palestra no próprio centro universitário abordando a dieta no câncer, a qual foram selecionadas dicas importantes e estratégias fundamentais para participantes de quimioterapia principalmente, enriquecendo o conhecimento delas. Na palestra com o grupo foram expostos temas como: câncer e dieta, dieta vegetariana e dieta anti-inflamatória, aplicando-lhes uma dose mais abrangente sobre a patologia envolvida e alimentação. Ao final, para ressaltar ainda sobre a importância de uma alimentação saudável e natural foi realizado um momento de comunhão com mesa expondo preparações vegetarianas e frutas, além de sorteio, a qual envolveu o grupo, as professoras e as alunas, em boas conversas, risadas, dúvidas e uma degustação de sabores e emoções, aproximando o grupo dos envolvidos no projeto.

Imagem 1: palestra realizada com as participantes.

Imagem 2: coffe break

Fonte: imagens de arquivo privado das autoras,2023.

Sabe-se que não faz tanto tempo que estudos que se voltavam ao câncer eram estudados sobre quantos sobreviveriam e de quantos sobreviviam em relação aos tratamentos disponíveis. Entretanto, hodiernamente os tratamentos abrangem muito mais que só os medicamentosos e é possível que haja investigação de aspectos que ultrapassam as condições físicas, como as relações existentes entre os fatores psicossociais, incidência, evolução, o tratamento e até a remissão da doença**,**sabe-se ainda que possuem outras áreas que oferecem o suporte para o devido tratamento, insere-se nesse contexto a nutrição, que aliada a alimentação promove melhor qualidade de saúde e aprimora o tratamento (SILVA, 2005).

Em sequência, o próximo momento do projeto, envolveu esse auxílio nutricional, marcado como experiência única, as integrantes do grupo vinculado ao projeto puderam ter o terceiro encontro sendo um dia de consulta nutricional com direito a realizar o exame de bioimpedância, este que avalia toda a composição corporal das participantes e em seguida receberam orientações nutricionais individualizadas e pautadas no cuidado com a patologia apresentada. Na ocasião foi desempenhada na clínica escola pertencente à faculdade, a qual dispõe de todos equipamentos e materiais para oferecer o suporte adequado as alunas para realização da consulta, a qual foi composta além da bioimpedância, o inquérito alimentar e entrega de cardápio qualitativo,permitindo a escuta de relatos de superação,histórias comoventes e inspiradoras.Nisso observou-se a qualidade alimentar delas e analisado o fato de que muitas tiveram que passar por uma adaptação e até algumas restrições pendentes do tratamento.Da mesma maneira, ocorreu um estudo que também buscou identificar sobre a alimentação de mulheres com câncer de mama,e semelhante eram pacientes que ou estavam em tratamento ou já haviam realizado até quatro anos,foi visto que algumas delas também tiveram que mudar totalmente a sua alimentação depois do diagnóstico,trazendo correspondência semelhante à do presente relato (TEXEIRA, 2014).

Imagem 3:consulta nutricional realizada pelas estudantes do projeto

Fonte: imagem de arquivo privado das autoras,2023.

O último evento proposto do projeto, encerrando suas atividades, foi ensejado na mesma clínica escola citada anteriormente, encerrando como quarto encontro e mesmo tempo uma oficina gastronômica, que as estudantes tiveram a oportunidade de cozinhar e ensinar preparações vegetarianas saborosas e práticas, que impulsionavam componentes do grupo a compreensão que a alimentação saudável não precisa ser monótona e que é possível uma alimentação caseira, natural, ser saborosa e de maneiras variadas. Na ocasião, as atuantes do projeto cozinharam alguns pratos: pães veganos, azeite de ervas, pasta de castanha, "esta que foi presente desde a degustação do dia da palestra e pedida pelas integrantes do grupo para a reprodução da mesma", antepasto de beringela, bolo de cacau e banana e para finalizar suco de melancia com hortelã pincelando com sabor refrescante, o último encontro foi uma despedida emocionante e prazerosa, o qual houve prosa de todos os envolvidos sobre experiências, dicas gastronômicas e ao findar ocorreu um momento especial a qual houve um momento afetivo, muitas agradeceram, ocorreu reciprocidade de sentimentos,com abraços e algumas até com os olhos cheios de lágrimas, findando conhecimentos de ambas as partes, compartilhamento de histórias, superações e vivências.E para encerrar as atividades foi criado um ebook com as receitas realizadas e enviado para que todas que se vincularam pudesse ter as receitas com medidas e modo de preparo em mãos.

Imagem 4 :prepração pão vegano

Imagem 5: mesa com preparações

Imagem 6: suco de melancia com hortelã

Imagem 7: pratos das preparações

Imagem 5: mostra das receitas do ebook: exemplo da receita Imagem

Fonte: todas as imagens expostas acima são de privada autoria das autoras,2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório, que pesquisas voltadas a essa patologia sempre serão necessárias, e que quanto maior abrangência e vivência de estudantes da área da saúde, melhores profissionais ligados a essa área existirão. É um fato que se aprende muito mais na prática do que apenas em teoria, aprimorando o aprendizado e conhecimento das discentes inseridas, esse relato de experiência expressa um projeto que em quatro encontros expõe o amor através do cuidado na alimentação e carrega experiências que ficarão marcadas na vida de todos os envolvidos, importante citar que os que desenvolveram o projeto sentiram que aprenderam muito mais sobre autocuidado e acolhimento do que esperavam oferecer, espera-se que o presente relato manifeste em outros acadêmicos de origem de qualquer curso que seja,o desejo de contribuir com a sociedade e com a luta contra o câncer.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. M. (Eds.). (2018). **Alimentos funcionais no tratamento e prevenção no câncer de mama**. Brasília, UNICEUB.

CANTINELLI, F.S. et al. **A oncopsiquiatria no câncer de mama: considerações a respeito de questões do feminino. Rev Psiquiatr Clín**, v.33, n. 2, p.124-33, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. (2011). **ABC do Câncer: Abordagens Básicas para o Controle do Câncer**. Rio de Janeiro. Ministério da Saúde.

HADDAD, N., SILVA, M.B. **Mortalidade por neoplasmas em mulheres em idade reprodutiva - 15 a 49 anos** - no estado de São Paulo, Brasil, de 1991 a 1995. **Rev Assoc Med Bras**, v.47, n.3, p.221-30,2001.

NUNES, A.R.P., MARTINS, K.D.S. **Influência da nutrição no câncer de mama: uma revisão. Research, Society and Development**, v.11, n. 16, 2022.

PAULINELLI, R.R. et al. **A situação do câncer de mama em Goiás, no Brasil e no mundo: tendências atuais para a incidência e a mortalidade**. **Rev Bras Saude Mater Infant**, v.3, n.1, p. 17-24, 2003.

SCHEIBLER, J. et al. **QUALIDADE DE VIDA, ESTADO NUTRICIONAL E CONSUMO ALIMENTAR DE MULHERES COM CÂNCER DE MAMA EM TRATAMENTO QUIMIOTERÁPICO**. **Rev Bras Promoç Saúde**, v. 29, n. 4, p. 544-553, 2016.

SILVA, L.C.D. **Vozes que contam a experiência de viver com câncer**. Psicologia Hospitalar, v.3,n.1,2005.

SILVA, P.A.D.S., RIUL, S.D.S. **Câncer de mama: fatores de risco e detecção precoce**. **Rev Bras Enferm**, v.64, n.6, p.1016-21,2011.

TEXEIRA,A.G.M.D.S. **Câncer de mama e alimentação: Percepções de mulheres com história de câncer de mama sobre o papel da alimentação na prevenção e no tratamento**. João Pessoa, 2014.

CAPÍTULO 6

FRUTOSE PROVENIENTE DE FRUTAS, SACAROSE OU DO XAROPE DE MILHO RICO EM FRUTOSE: CULPADA OU INOCENTE NO DESENCADEAMENTO DA DHGNA?

Data de submissão: 24/11/2023 *Data de aceite: 01/02/2024*

Juciara Magdalena Flores Queiroz
Curitiba – Paraná
https://orcid.org/0009-0008-4334-0853

Walter Coelho Queiroz Junior
Licenciatura em Ciências Biológicas (Biologia), UFPR
Curitiba – Paraná

RESUMO: Devido a agitação do dia a dia, as pessoas estão abandonando cada vez mais os hábitos alimentares saudáveis, passando a consumir alimentos de rápido preparo, ou seja, produtos industrializados. Dados alertam que os produtos industrializados são ricos em frutose e, se consumidos em excesso, podem aumentar o risco de desenvolvimento da obesidade, Diabetes Mellitus tipo 2, distúrbios metabólicos e Doença Hepática Gordurosa Não Alcoólica (DHGNA). Partindo desse pressuposto, o objetivo principal deste estudo é analisar o impacto das mudanças alimentares no desencadeamento da DHGNA. Para tanto, é fundamental discutir sobre o consumo excessivo da frutose, pois este, nas últimas cinco décadas vem apresentando um crescimento substancial com a incorporação de xarope de milho rico em frutose (HFCS) nos produtos industrializados, principalmente, em refrigerantes e produtos de panificação. A metodologia adotada para realização deste estudo utilizou-se de pesquisa bibliográfica, em bases de dados como Pubmed, Scielo e outras fontes relacionadas a temática. Concluiu-se com esta pesquisa que o xarope de milho rico em frutose e o uso cada vez maior de sacarose são fatores marcantes no desencadeamento da DHGNA, porém, há outros fatores que podem desencadear esta patologia, como por exemplo, alimentos ricos em gordura saturada, obesidade, etnia, gênero, idade, dislipidemia, sistema endócrino, fatores genéticos, ambientais, tabagismo, poluição ambiental, patologias periodontais e excesso de gordura nas dietas. Devido à falta de estudos com dados estatísticos no Brasil, sugere-se que pesquisas mais aprofundadas da DHGNA sejam realizadas a partir de levantamentos estatísticos da realidade do número de pessoas afetadas, não somente à nível nacional, como também, regional.

PALAVRAS-CHAVE: Frutose. Produtos industrializados. DHGNA. HFCS. Doenças metabólicas.

FRUCTOSE FROM FRUIT, SUCROSE OR FROM FRUCTOSE-RICH CORN SYRUP: GUILTY OR INNOCENT OF TRIGGERING NAFLD?

ABSTRACT: Due to the hustle and bustle of everyday life, people are increasingly abandoning healthy eating habits, starting to consume fast-prepared foods, that is, industrialized products. Data warn that industrialized products are rich in fructose and, if consumed in excess, may increase the risk of developing obesity, Type 2 Diabetes Mellitus, metabolic disorders and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). Based on this assumption, the main objective of this study is to analyze the impact of dietary changes in triggering NAFLD. Therefore, it is fundamental to discuss the excessive consumption of fructose, since this, in the last five decades, has shown substantial growth with the incorporation of high fructose corn syrup (HFCS) in industrialized products, mainly in soft drinks and bakery products. The methodology adopted to carry out this study used bibliographical research, in databases such as Pubmed, Scielo and other sources related to the theme. It was concluded from this research that fructose is a remarkable factor in triggering NAFLD, however, there are other factors that can trigger this pathology, such as, for example, the exacerbated consumption of food products manufactured with HFCS, in addition to the increasing consumption of sucrose. Due to the lack of studies with statistical data in Brazil, it is suggested that more in-depth research on DHGNA be carried out based on statistical surveys of the reality of the number of people affected, not only at the national level, but also at the regional level.
KEYWORDS: Fructose. Industrialized products. NAFLD. HFCS. Metabolic diseases.

INTRODUÇÃO

A alimentação é uma necessidade básica para a sobrevivência dos seres humanos na atualidade. Os padrões alimentares estão cada vez mais baseados em *junk foods* (categoria de alimentos com valor nutricional extremamente baixo, ricos em quilo joules, açúcar adicionado, sal e gordura saturada, sendo encontrados facilmente em supermercados ou lojas de conveniência, podendo ser congeladas ou pré-preparadas) e, *fast foods* (compreende refeições rápidas, de fácil preparo, podendo ter alto ou baixo valor nutricional, embora também sejam ricos em gorduras saturadas, açúcar adicionado e sal), além dos produtos alimentícios ultra processados, que são abundantes em gorduras saturadas ou trans, açucares refinados e sódio (altamente palatáveis) (AZEVEDO, 2019).

Em decorrência da vida contemporânea agitada, as pessoas abandonam cada vez mais os hábitos alimentares saudáveis baseados em comida saudável – alimentos pouco processados, consumidos bem próximo de como a natureza oferta, tais como, frutas, verduras, carnes, ovos, entre outros –, para consumirem alimentos de rápido preparo ou consumo imediato. Porém, aliado a isso, vive-se uma nova realidade de sedentarismo físico.

Esses fatores estão sendo desencadeadores para a ocorrência, cada vez mais alarmante, no aumento da obesidade e de outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como por exemplo, as doenças cardiovasculares, Diabetes Mellitus tipo 2

(DM2) e a doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA), também conhecida como esteatose hepática não alcoólica (EHNA) (ESLAM *et al.*, 2020). Neste estudo utilizar-se-á a denominação “DHGNA”.

Segundo o Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis, no relatório “Vigitel Brasil 2021”, as DCNT são as principais causas de morte no mundo, sendo que no Brasil, em 2019, foram apontados 738.371 óbitos ocasionados por DCNT, destes, 41,8% advieram de forma prematura, isto é, entre as idades de 30 e 69 anos (BRASIL, 2021).

De acordo com Mattos (2010), a DHGNA tornou-se a doença hepática crônica mais eminente nos EUA associada ao aumento da obesidade, apresentando percentuais de 30% da população obesa e, que destes indivíduos, 75% apresentem DHGNA. Em vista disso, essa patologia tem recebido muita atenção quanto ao estudo pela comunidade científica, pois a obesidade é um fator primário para desenvolvimento dessa doença. Cotrim *et al.* (2016) complementam que é fundamental pacientes com obesidade e sobrepeso, perder pelo menos 3% a 5% da massa corporal em 6 meses para o controle da esteatose. No entanto, é necessário perder aproximadamente 10% para ocasionar a melhora na esteatohepatite.

De acordo com Younossi (2019), os indivíduos com DHGNA apresentam maior risco de doença hepática progressiva, além de alta frequência de comorbidades metabólicas. Softic, Cohen e Kahn (2019) atentam que essa é a causa mais comum de morte em pacientes com DHGNA.

Nesta revisão, o objetivo principal é analisar o impacto das mudanças alimentares no desencadeamento da DHGNA, com o propósito de demonstrar que o consumo excessivo da frutose pode influenciar no desenvolvimento dessa patologia, provenientes da ingesta exacerbada de alimentos industrializados. Vale lembrar que os alimentos industrializados são acrescidos com o xarope de milho rico em frutose (HFCS) ou mesmo pelo consumo em demasia da sacarose ou frutas *in natura*. Logo, será abordado na sequência desta pesquisa um breve histórico dos estudos sobre a DHGNA, além do mecanismo comparativo da absorção e metabolismo da glicose e da frutose, juntamente com suas principais enzimas.

A justificativa na escolha deste tema foi a preocupação com o crescimento substancial da DHGNA com a incorporação do HFCS nos produtos industrializados. Carvallo *et al.* (2019) confirma o exposto e ressalta que nas últimas cinco décadas o consumo de frutose vem crescendo substancialmente com a incorporação de HFCS nos produtos industrializados. Logo, a urgência de desenvolver estudos voltados a DHGNA a nível nacional, bem como, regional, com levantamentos estatísticos da realidade do número de pessoas afetadas.

Para tanto, o presente estudo é caracterizado como uma pesquisa de revisão bibliográfica, utilizando-se de artigos científicos publicados em periódicos *online*, extraídos da base de dados da Pubmed, Scielo e outras fontes confiáveis relacionadas ao tema. Para coleta dos materiais, primeiramente delimitou-se as palavras-chave “Frutose”, “HFCS”,

“DHGNA” e “doenças metabólicas”. Os achados foram praticamente todos na língua inglesa, visto que no Brasil, a bibliografia é escassa.

MUDANÇAS NOS HÁBITOS ALIMENTARES COM A INCLUSÃO DO HFCS E SEU IMPACTO NA SAÚDE

Os seres humanos possuem a capacidade de superalimentar-se quando o alimento é palatável. Dentre os alimentos aprazíveis, os com dulçor são os preferidos pela grande maioria das pessoas. Inclusive, essa situação pode levar a um consumo exacerbado de açucares, condição frisada por profissionais da saúde como desencadeador da obesidade e suas comorbidades, tais como: DM2, dislipidemia e DHGNA (CARVALLO *et al.*; 2019).

Tappy e Lê (2010) demonstram que refrigerantes e produtos de panificação acrescidos com xarope de milho com alta frutose (HFCS), quando consumidos em excesso, podem aumentar o risco de desenvolvimento de doenças metabólicas. Além disso Arab *et al.* (2021) reforçam em seus estudos que existe o perigo de desenvolvimento de DHGNA pelo consumo de bebidas adicionadas com HFCS. E, mais recente, Carvallo *et al.* (2019) alerta para o aumento do consumo da frutose com a incorporação de HFCS nos produtos industrializados.

Indubitavelmente com o surgimento da “Humanidade líquida” adotada por Zygmund Bauman, sociólogo polonês, a sociedade permeia uma modificação de hábitos. Diante disso, percebe-se que a vida contemporânea atribulada com escassez de tempo, abala, sobretudo a alimentação dos indivíduos (BAUMAN, 2004). Ademais, o consumo exacerbado de produtos alimentícios está sendo cada vez mais consumido pela população, sendo estes, ricos em gordura trans, sódio e adoçados com HFCS, utilizado na fabricação de alimentos e bebidas. Estudos reconhecem que uma alimentação abundante em frutose pode levar a elevação dos triglicerídeos plasmáticos, além de causar obesidade, resistência à insulina, diabetes *mellitus* tipo 2 e aumento do risco para doenças cardiovasculares, embora ainda ocorra a necessidade de mais estudos a longo prazo (GONÇALVES *et al.*, 2021).

Mesmo que Tappy e Lê (2012) conjecturem que o consumo de frutose em quantidades menores por períodos menores pode ter o mesmo efeito, referidas autoras reforçam que estudos epidemiológicos ainda precisam ser realizados para a obtenção de dados mais convincentes sobre a patogênese da DGHNA.

Para Ouyang *et al.* (2008), o consumo avolumado de refrigerantes ricos em HFCS está diretamente associado a complicações da síndrome da resistência à insulina, além do mais, contribuem para a lipogênese “de novo” (DNL), sendo esse, um processo bioquímico pelo qual carbonos provenientes de carboidratos, como por exemplo, a glicose, a frutose e a lactose são metabolizados em ácidos graxos. Segundo Gonçalves *et al.* (2021), estudos apontam que açúcares simples, frutose e sacarose são responsáveis pelo desenvolvimento da DHGNA. Esses nutrientes são apontados como “doces vilões”.

Na contramão, Rippe e Angelopoulos (2013) citam que não há nenhuma relação entre o consumo de HFCS e a obesidade, no entanto, existe uma correlação entre o aumento de triglicerídeos plasmáticos. Referidos autores sugerem que nos estudos sobre essa temática os pesquisadores sejam mais ponderados ao fazerem ligação entre essas patologias e o consumo do xarope de milho rico em frutose ou a sacarose, principalmente quando este consumo for a níveis normais, havendo, portanto, a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema.

De acordo com o disposto na RDC nº 429/2020, o HFCS se converteu no edulcorante preferido dos fabricantes de produtos alimentícios e bebidas, além do mais, a indústria alimentícia realiza a adição de açucares adicionados (monossacarídeos e dissacarídeos adicionados durante o processamento do alimento) e gorduras aos seus produtos, barateando o custo de produção (BRASIL, 2020). Esses componentes são adicionados por possuírem alto poder adoçante, palatabilidade agradável, melhor viscosidade, textura, cor e conferirem maior tempo de validade aos produtos industrializados (GUAINO; SILVA, 2011). Ademais, Barreiros, Bossolan e Trindade (2005) citam que a frutose vem sendo utilizada pela indústria alimentícia como adoçante, por possuir dulçor de 1,7 maior que a sacarose, além de ter maior solubilidade que a glicose e a sacarose.

No entendimento de Gonçalves *et al.* (2021), a DHGNA é considerada uma doença que se desenvolve paulatinamente, sendo assintomática, estando associada a obesidade, a dislipidemia, a resistência à insulina, as quais são condições da síndrome metabólica, provocando doenças cardiovasculares.

Ademais, a DHGNA tem distribuição mundial, com maior predominância em países onde a obesidade é mais habitual, com preponderância preocupante em países industrializados e com aumento substancial dessa patologia naqueles em desenvolvimento (MATTOS, 2010). Segundo Arab *et al.* (2021), esta doença atinge atualmente níveis epidêmicos no planeta, sendo que os países latino-americanos possuem uma das maiores taxas mundiais de obesidade e de DM2, sendo essas duas comorbidades, diretamente ligadas à DHGNA, tornando o fato alarmante.

De acordo com a Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), as DCNT é um dos principais problemas de saúde pública nacional e mundial. Além disso, a OMS alerta que 70% das mortes ocorridas globalmente são decorrentes das DCNT (BRASIL, 2021).

Breve histórico sobre esteatose hepática gordurosa não alcoólica

Breve Histórico sobre a Esteatose Hepática Gordurosa Não Alcoólica

A história da ciência é a própria ciência. Não se pode reconhecer puramente o que possui até que se saiba o que os outros possuíram antes de nós (GOETHE, 2015).

Abaixo, será apresentada uma síntese do histórico da Doença Hepática Gordurosa Não Alcóolica (DHGNA) e as mudanças da terminologia, com dados extraídos do estudo de Lonardo *et al*. (2020). Ressalta-se que tais mudanças estão diretamente ligadas a evolução dos estudos e a compreensão da patogênese dessa doença. Segue-se:

- 1845: Addison foi o primeiro a relatar alterações histológicas hepáticas induzidas pelo álcool (fígado gordo).
- 1980: Ludwig fez um relatório com 20 pacientes cujos espécimes de biópsia hepática exibiram alterações gordurosas e necroinflamatórias marcantes, corpos de Mallory, fibrose e cirrose, o nome "NASH" é cunhado. A coorte apresentou alta prevalência do sexo feminino; a maioria dos pacientes eram obesos.
- 2011: Balmer e Dufour, com base no reconhecimento de que Doença Hepática Gordurosa Alcoólica (AFLD) e Esteato-Hepatite Não Alcoólica (NAFLD) compartilham a mesma histologia hepática, e muitas vezes, também alterações metabólicas. Os autores acreditam que Doença Hepática Gordurosa Metabólica (Disfunção) associada (MAFLD) pode descrever ambas as populações de pacientes com mais precisão, ao mesmo tempo em que descreve as principais características fisiopatológicas.
- 2019: Eslam, Sanyal e George, apresentam uma proposta de nomenclatura mais precisa da doença MAFLD. Este estudo estabelece as bases para o trabalho de um painel internacional de especialistas publicado no ano seguinte, com proposta da nomenclatura DHGNA para MAFLD.
- 2020: Eslam, Sanyal e George, em um painel internacional com especialistas de 22 países, propõe uma nova definição de doença baseada na esteatose hepática, associada a um de três critérios: sobrepeso/obesidade, Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), distúrbio metabólico

Apesar da evolução das pesquisas, a patogênese da DHGNA e o desenvolvimento de um medicamento específico ainda não estão completamente elucidados.

Patogênese e Desenvolvimento da DHGNA

Cotrim *et al.* (2016) em um consenso brasileiro sobre doença hepática gordurosa destacam que a DHGNA é definida pela infiltração gordurosa do fígado, denominada de esteatose, podendo evoluir para alterações necroinflamatórias e fibrose (esteato-hepatite); se não tratada, é capaz de evoluir para cirrose e carcinoma hepatocelular. Referidos autores

atentam que essa patologia se desencadeia em indivíduos que não consomem bebidas alcoólicas de forma excessiva (acima de 140g/semana para homens; ±21 unidades e 70g/semana para mulheres, ±14 unidades). Pode também desenvolver esta doença indivíduos não possuem histórico de outras doenças hepáticas, porém, verifica-se que na maioria dos casos está diretamente ligada a síndrome metabólica.

Seguindo o mesmo consenso, destaca-se que além da obesidade, da DM2 e da dislipidemia, a DHGNA é capaz de ser desencadeada pelo uso de alguns medicamentos, anabolizantes, toxinas ambientais, apneia do sono, hipertireoidismo e ovários policísticos. Para Henriques, Araújo e Sousa (2016), existem diversos fatores que podem ser agentes para a manifestação da DHGNA, tais como, obesidade, etnia, gênero, idade, dislipidemia, sistema endócrino, fatores genéticos, ambientais, tabagismo, poluição ambiental, patologias periodontais e dieta.

Para Younossi (2019), contabiliza-se que 1,9 bilhão de adultos (idade superior a 18 anos) estejam acima do peso, sendo que destes, 650 milhões sejam obesos. Salienta-se que o fato mais alarmante é de que 41 milhões de crianças com idade inferior a 5 anos já estejam com algum grau de obesidade e que 340 milhões de crianças e adolescentes entre 5 anos e 19 anos estejam na mesma situação. Referido autor salienta que a DHGNA mundialmente atinge o patamar de 25%, sendo que na América Latina é de 31%, já no Brasil esse percentual alcança 35,2%. Vale lembrar que esses dados foram extraídos há mais de uma década, possivelmente estando bem acima do percentual mencionado, visto que as doenças metabólicas crescem a passos largos em todo o mundo, se fazendo necessário mais estudos e levantamentos estatísticos.

Acrescenta-se também que a DHGNA foi apontada como uma doença decorrente do mundo industrializado, com mudanças de hábitos alimentares ocidentalizadas. Aliado a essa situação, soma-se o sedentarismo, fatores os quais aumentam a obesidade, DM2 e a síndrome metabólica, patologias ligadas em linha reta para o desencadeamento dessa doença (AZEVEDO, 2019).

E, somando-se a modernidade, as pessoas estão abandonando o consumo de frutas, verduras, carnes e laticínios, para consumirem *fast-foods* e comidas industrializadas. Uma vez que a nova forma de “comer” é baseada no sabor e custo, o valor nutricional deveria ser o item mais importante. Por conseguinte, experimenta-se o paradoxo entre simplesmente comer “algo” apressadamente para “matar a fome”, ou mesmo, por prazer hedônico, e comer para realmente nutrir (alimentar-se saudavelmente com alimentos provenientes da natureza).

Nesse contexto, verifica-se que os produtos alimentícios com açúcares e gorduras adicionados são consumidos pela parcela mais pobre, não obstante, indivíduos com renda superior gastam menos com alimentação, pois consomem alimentos mais saudáveis, que oferecem mais energia saciante. No sentido contrário, a população pobre gasta mais com a alimentação, pois os alimentos adicionados com açúcares e gorduras são de baixo valor

nutricional, fornecendo menos energia, necessitando aumento no consumo, acarretando a obesidade.

Segundo Eslam *et al.* (2020), é de suma importância novos critérios para o diagnóstico da DHGNA. Para tanto, referidos autores propõem uma mudança da nomenclatura DHGNA para MAFLD (doença hepática gordurosa associada a disfunção metabólica). Mediante o exposto, foi proposto novos critérios, chamados de "critérios positivos" (Figura 1) para o diagnóstico dessa patologia, conforme apresentados a seguir: sobrepeso/obesidade, presença de Diabetes Mellitus tipo 2 ou confirmação de desiquilíbrio metabólico.

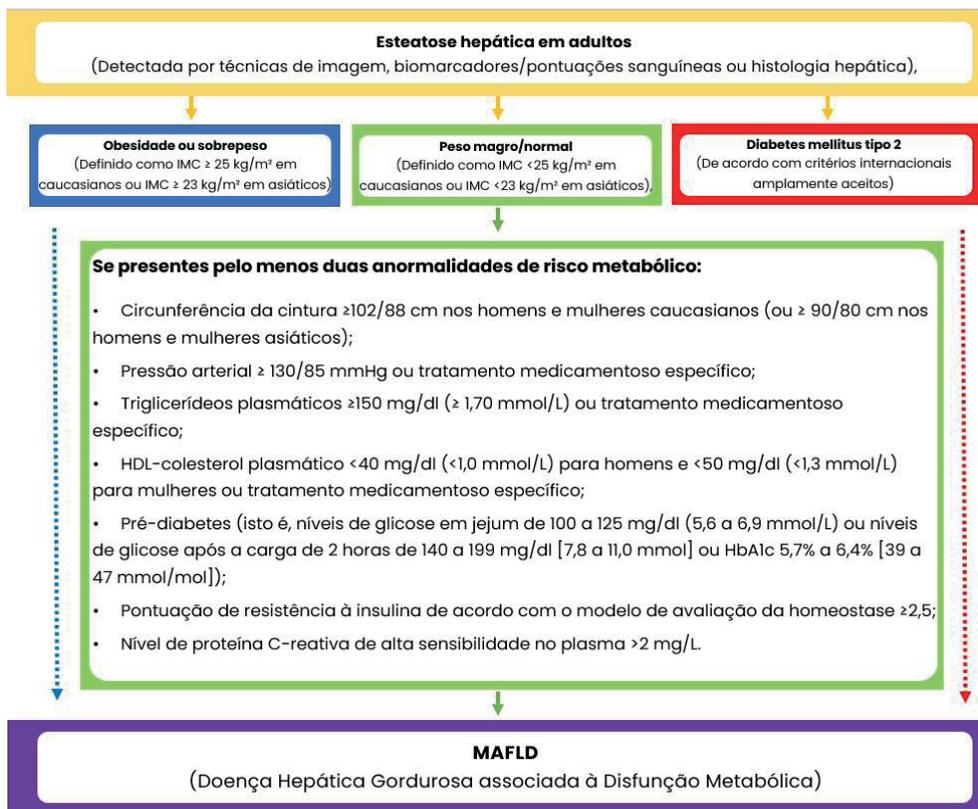



Figura 1 – Novos critérios para o diagnóstico da DHGNA

FONTE: A autora (2023), adaptado de Eslam *et al.* (2020)

Apesar da patogênese da DHGNA não estar ainda bem compreendida, uma das hipóteses aceitas, seria a "hipótese dos dois golpes", na qual primeiramente ocorre o acúmulo de gordura hepática, considerado o primeiro golpe; e o segundo golpe, como a subsequente resposta inflamatória (O'BRIEN *et al.*, 1990). No entanto, para Buzzetti, Pinzani e Tsochatzis (2016), esta hipótese está ultrapassada, pois não esclarece as diversas manifestações metabólicas e moleculares que ocorrem no desenvolvimento da DHGNA.

Ponderam referidos autores como mais acertada, a “hipótese de golpes múltiplos”, pois é mais relevante para o diagnóstico e o tratamento da DHGNA. Consideram ainda que conjuntamente com a disposição natural genética e a epigenética, resistência insulínica, hormônios secretados pelo tecido adiposo, nutrição, microbiota intestinal, atuam na totalidade para a manifestação dessa patogênese.

Características da frutose e sua utilização como adoçante adicionado em alimentos industrializados sob a forma xarope de milho rico em frutose (HFCS)

A frutose, levulose ou açúcar das frutas, é classificada como um monossacarídeo, representada pela fórmula química ($C_6H_{12}O_6$). É um isômero de função da glicose, diferindo da glicose por possuir um grupo cetona no carbono 2 na sua cadeia carbônica e glicose possuir no carbono 1 da sua cadeia carbônica (PINTO, 2017).

A frutose é encontrada de forma natural em vários alimentos, como por exemplo, em frutas, mel e em alguns vegetais; além de fazer parte da composição química da sacarose (açúcar de mesa), um dissacarídeo, composto pela união da glicose e da frutose através de ligação glicosídica alfa 1-2.

O adoçante HFCS é um xarope rico em frutose utilizado pela indústria alimentícia para fabricação de diversos produtos utilizados na dieta contemporânea, sendo obtido através da hidrolise enzimática do amido de milho e subsequente isomerização da glicose em frutose (CARVALLO *et al*., 2019). A saber, o HFCS é produzido com vários rácios de frutose, sendo que o mais comumente utilizado é o HFCS-55 % (55% de frutose: 45% de glicose), e o HFCS-42% (42% de frutose: 58% de glicose) (WHITE; HOBBS; FERNANDEZ, 2015).

Destaca-se que o HFCS se tornou lucrativo para as indústrias alimentícias como substituto da sacarose e outros açucares simples, visto que este adoçante possui maior dulçor que a sacarose. Exemplificando, Maham *et al*. (2012) realizou estudos comparativos sobre a dulçor, no qual a doçura da sacarose foi fixada em 100, a frutose obteve doçura de 173 e a glicose de 74.

Dessa forma, aplicando esses resultados, o HFCS-42 seria 1,16 vezes mais doce do que a sacarose e o HFCS-55 seria 1,38 mais doce do que a sacarose (MAHAM *et al*., 2012). Sendo assim, o HFCS tornou-se o adoçante eleito preferido para substituir a sacarose na fabricação de bebidas carbonatadas, produtos de panificação e, em incontáveis alimentos industrializados, pois é uma fonte considerável de frutose dietética.

Segundo Herman e Samuel (2017) concluíram em seus estudos de pesquisa que o metabolismo excessivo da frutose realizada no fígado é a principal causa de morbilidade associada à frutose.

Metabolismo comparativo da glicose e frutose

Para melhor compreensão pela qual a frutose facilita o avanço da DHGNA, deve-se saber que o metabolismo da glicose e da frutose ocorrem de forma distinta. Em primeiro lugar, quando um dissacarídeo é assimilado no intestino, esse sofrerá hidrólise, com o propósito de liberar a glicose, sendo em seguida acoplada ao cotransportador de glicose, sódio dependente o SGLT1 (HAN *et al.*, 2022). Logo após, com o aumento de glicose no meio, ocorre a saturação do SGLT1, promovendo uma sinalização pelo intermédio da insulina que fará com que vesículas com transportadores denominados GLUTs (proteínas transportadoras de glicose por difusão facilitada) se posicionem nas membranas dos enterócitos (POSTAL, 2015).

Convém enfatizar que nos enterócitos, a absorção da glicose ocorre pelo GLUT 2, o qual apresenta baixa afinidade e alta capacidade para o transporte da mesma, transportando também a frutose, galactose, nanose e glucosamina. (KRAUSE; WEGNER, 2020). Com isso, após a entrada da glicose no citosol, essa irá dar origem a Glicose-6-fosfato, que será convertida em glicogênio hepático ou muscular ou seguirá outra via, sendo metabolizada na glicólise para produção de energia e produção de piruvato, o qual será oxidado na forma de Acetil CoA no ciclo de Krebs (PINTO, 2017).

Em contraste, a frutose é captada por proteínas transportadoras específicas de frutose, denominada GLUT 5, em processo independe de insulina e da hidrólise de Adenosina Trifosfato. Este transportador possui baixa afinidade e alta capacidade para o transporte da frutose, demonstrando ser especifico para a frutose (FERREIRA *et al.*; 2018). Na sequência, a frutose será internalizada no fígado (local com maior metabolização em comparativo com os rins e intestino) pelos transportadores GLUT 2 e GLUT 8 (HORST; SERLIE, 2017), sendo fosforizada pela enzima frutoquinase a frutose -1-fosfato, o qual é hidrolisado via aldolase B em diidroxiacetona fosfato e gliceraldeido. Após, o gliceraldeido é fosforilado pela triose-quinase para formar o inermediario glicolitico gliceraldeido- 3-fosfato, sendo que a diidroxiacetona também poderá ser convertida a glieraldeido-3-P pela ação da isomerase da triose fosfato (HANNOU *et al.*, 2018; KRAUSE; WEGNER, 2020).

Acrescenta-se, nesse contexto, que a diidroxiacetona-P e o gliceraldeiído-3-P podem seguir as seguintes vias:

a. participar do Ciclo de Krebs, fornecendo piruvato, com liberação de ATP;

b. uma parcela dessas trioses-P pode ser transformada em lactato, seguindo para a corrente sanguínea;

c. podem ser reduzidas a glicerol para posterior síntese de lipídios e fosfolipídios (LIRIO, 2016).

Lembrando que a frutose no seu metabolismo pula dois pontos regulatórios, sendo esses: da glicoquinase e da fosfofrutoquinase-1. Referidos pontos existem na via glicolítica, fazendo com que o fluxo da frutose seja mais intenso, gerando substratos para as vias metabólicas centrais de carbono, como por exemplo, a glicólise, a gliconeogênese e a lipogênese (HANNOU *et al.*, 2018).

Segundo Geidl-Flueck *et al.* (2021), o excesso de carboidratos – como a frutose – induzem profundas alterações no metabolismo lipídico hepático, manifestada com um aumento da capacidade lipogência basal (DNL). De acordo com Inci *et al.* (2023), a maioria dos estudos demonstram um o alto potencial lipogêncio da frutose. Além disso, existem evidências que a ingesta alta de frutose aumenta a "lipogênese hepática de novo", contribuindo com a formação da gordura hepática, diminuindo a sensibilidade hepática a insulina, independente do ganho de peso (SCHWARZ *et al.*; 2015) (Figura 2).

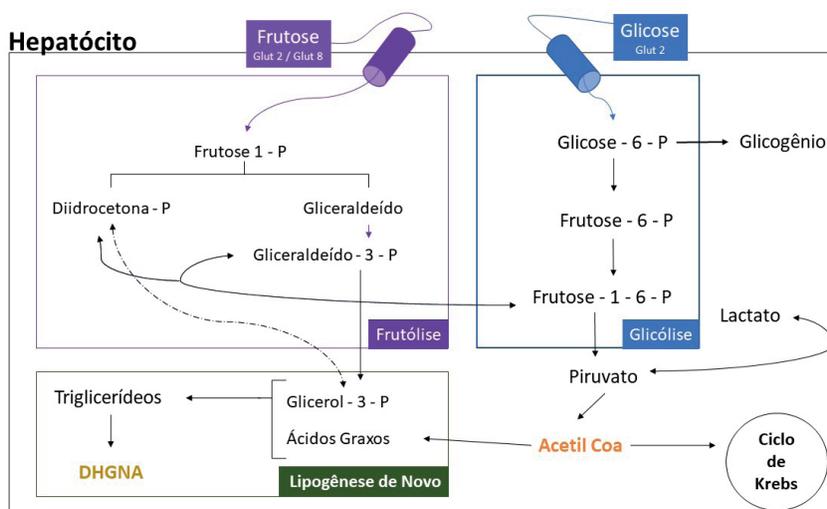



Figura 2 – O metabolismo da glicose e da frutose, além da lipogênese de novo no hepatócito

Fonte: A autora (2023).

Observando a Figura 2, resumidamente, verifica-se que a "lipogênese de novo" ocorre quando há o consumo excessivo de frutose, fazendo com que essa seja metabolizada, convertendo-a em diidrocetona. Uma parte de seu excedente originará o glicerol-P formador de glicerol e, com a quantidade excessiva de carboidratos (frutose), tem-se a formação abundante de piruvato e acetil CoA. Com o sobejante de acetil CoA será elaborado o malonil CoA, dando origem ao ácido graxo, cuja união com o glicerol produzirá triacilglicerol, porém, em demasia poderá desencadear a DHGNA (JENSEN *et al.*, 2018).

CONCLUSÃO

A partir dos estudos avaliados, ficou claro que o consumo da frutose e da sacarose aumentou em demasia nos últimos 50 anos. Esse aumento se dá, principalmente, pela inclusão do xarope de milho rico em frutose nas dietas e, também, nos produtos industrializados. Outro ponto a ser analisado diz respeito as frutas que são usadas como alimentos nos dias atuais, pois estas, são mais doces na atualidade, altamente palatáveis, ou seja, são modificadas geneticamente, bem mais doces do que as consumidas na época paleolítica.

Nesse sentido, verificou-se que além da frutose, existem outros fatores que favorecem, mesmo que indiretamente, o desencadeamento da DHGNA, como por exemplo, outros fatores que podem desencadear esta patologia, como por exemplo, alimentos ricos em gordura saturada, obesidade, etnia, gênero, idade, dislipidemia, sistema endócrino, fatores genéticos, ambientais, tabagismo, poluição ambiental, patologias periodontais e dieta.

O excesso de gordura na dieta é também fator negativo no desencadeamento da DHGNA, visto que, para uma vida saudável, aconselha-se ingerir produtos naturais, menor ingestão de produtos industrializados, dietas com baixo teor de carboidratos (frutose e sacarose), diminuição da ingesta de calorias e, concomitantemente, a prática de atividade física.

Desta forma, no dia a dia, a frutose não pode ser culpada por todos os distúrbios metabólicos, pois, deve-se atentar que uma dieta saudável não inclui um consumo exacerbado de frutose, não deve ser rica em gordura saturada, nem tampouco, com baixa atividade física. Logo, muitos são os fatores de risco que podem desencadear a DHGNA. Nesse contexto, cabe sim a cada um, a consciência de manter uma alimentação saudável seguida de atividade física para uma melhora na qualidade de vida.

Portanto, concluiu-se com esta pesquisa que a frutose é um fator marcante no desencadeamento da DHGNA, porém, existem outros fatores que podem desencadear esta patologia, como por exemplo, o consumo exacerbado de produtos industrializados fabricados com HFCS (ricos em frutose), além do consumo cada vez maior da sacarose.

Sendo assim, os objetivos traçados no início deste estudo foram alcançados, permitindo o desenvolvimento completo da pesquisa, porém, houve muita dificuldade para encontrar um levantamento estatístico no Brasil e, por região não há disponível nos sites de busca, percebendo então, que tal levantamento é falho, embora a DHGNA esteja sendo considerada uma epidemia no país, muito pouco se tem feito para a divulgação desta temática.

Espera-se que este estudo tenha contribuído para despertar à população quanto ao risco do consumo excessivo da frutose e sacarose, visto que tais produtos podem desencadear, principalmente, a DHGNA e, pedir novamente um olhar especial para que

políticas públicas sejam desenvolvidas para que novos estudos possam ser desenvolvidos com mais precisão nas informações, especialmente, por região.

E, para finalizar, a partir do trabalho desenvolvido, sugere-se a realização de estudos aprofundados sobre a DHGNA, a partir de levantamentos estatísticos da realidade do número de pessoas afetadas, não somente à nível nacional, como também, regional, visto a alimentação muda de região para região.

REFERÊNCIAS

ARAB, J.P.; DÍAZ, L.A. *et al*. NAFLD: Challenges and opportunities to address the public health problem in Latin America. **Annals of Hepatology**, v. 24, n. 100359, 2021. Disponível em: <www.elsevier.es/annalsofhepatology> Acesso em: 22 fev. 2023.

AZEVEDO, V.Z. **Avaliação do padrão alimentar, do consumo de frutose e do estado nutricional de pacientes com doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA).** 112 f. Dissertação (Mestrado em Alimentação, Nutrição e Saúde) – Programa de Pós-Graduação: Alimentação, Nutrição e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

BARREIROS, R.C.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, C.E.P. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 377-389, maio/jun. 2005.

BAUMAN, Z. **Amor líquido.** Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Vigitel Brasil 2021:** vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico - estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2021. Brasília: Ministério da Saúde, ANVISA, 2021. 128p.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Diretoria Colegiada, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599> Acesso em: 20 fev. 2023.

BUZZETTI, E.; PINZANI, M.; TSOCHATZIS, E.A. The multiple-hit pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). **Metabolism**., v. 65, n. 8, p. 1038-1048, 2016. DOI: 10.1016/j.metabol.2015.12.012.

CARVALLO, P.; CARVALLO, E.; BARBOSA-DA-SILVA, S.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; HERNÁNDEZ, A.; DEL SOL, M. Efectos metabólicos del consumo excesivo de fructosa añadida. **Int. J. Morphol.,** v. 37, n. 3, p. 1058-1066, 2019.

COTRIM, H.P.; PARISE, E.R.; FIGUEIREDO-MENDES, C.; GALIZZI-FILHO, J.; PORTA, G.; OLIVEIRA, C.P. Nonalcoholic fatty liver disease brazilian society of hepatology consensus. **Arq. Gastroenterol**, v. 53, n. 2, p. 118-122, abr./jun. 2016. DOI: 10.1590/S0004-28032016000200013

ESLAM, M.; NEWSOME, P.N. *et al.* A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: An international expert consensus statement. **Journal of Hepatology**, v. 73, p. 202-209, 2020.

FERREIRA, D.S.; BERTACHINI, D.F.; NEGREIROS FILHO, L.; FERREIRA, R.C.V. Metabolismo da frutose e a sua relação com a síndrome metabólica e esteatose hepática não alcoólica. **Revista Saúde UniToledo**, Araçatuba, SP, v. 2, n. 1, p. 93-103, ago. 2018.

GEIDL-FLUECK, B.; HOCHULI, M.; NÉMETH, A.; BERNEIS, K.; SPINAS, G.A.; GERBER, P.A. Fructose- and sucrose- but not glucose-sweetened beverages promote hepatic de novo lipogenesis: a randomized controlled trial. **Journal of Hepatology**, v. 75, p. 46-54, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.02.027.

GOETHE - Sobre a teoria das cores e a ciência. **Treffpunkt Philosophie**, 2015. Disponível em: <https://www.treffpunkt-philosophie.ch/portfolio/goethe-ueber-farbenlehre-und-wissenschaft/#:~:text=Goethe%3A%20Ja%2C%20denn% 20die%20Geschichte, uns%20 besessen%2C%20zu%20erkennen%20wei%C3%9F> Acesso em: 25 jan. 2023.

GONÇALVES, B.C.; ROSA, C.C.F. *et al.* Doença hepática gordurosa não alcoólica: evolução e risco de desenvolvimento de cirrose hepática. **Revista Eletrônica Acervo Saúde - REAS**, v. 13, n. 5, p. 1-7, 2021. ISSN 2178-2091. DOI: https://doi.org/10.25248/REAS.e7036.2021.

HAN, L.; QU, Q.; AYDIN, D.; PANOVA, O.; ROBERTSON, M.J.; XU, Y.; DROR, R.O.; SKINIOTIS, G.; FENG, L. Structure and mechanism of the SGLT family of glucose transporters. **Nature,** v. 601, n. 7892, p. 274-279, 2022. DOI: 10.1038/s41586-021-04211-w.

HANNOU, S.A.; HASLAM, D.E.; MCKEOWN, N.M.; HERMAN, M.A. Fructose metabolism and metabolic disease. **J Clin Invest.***,* v. 128, n. 2, p. 545-555, 2018. DOI: https://doi.org/10.1172/JCI96702.

HENRIQUES, M.S.M.; ARAÚJO, M.S.T.; SOUSA, A.W.P. **Doença hepática gordurosa não alcoólica**. João Pessoa: Ideia, 2016. ISBN: 978-85-463-0150-8.

HERMAN, M.A.; SAMUEL, V.T. The sweet path to metabolic demise: fructose and lipid synthesis. **Trends Endocrinol Metab.**, v. 27, n. 10, p. 719-730, 2017. DOI: 10.1016/j.tem.2016.06.005.

HORST, K.W.; SERLIE, M.J. Fructose consumption, lipogenesis, and non-alcoholic fatty liver disease. **Nutrients**, v. 9, n. 981, p. 1-20, 2017. DOI: 10.3390/nu9090981.

INCI M.K.; PARK, S.H.; HELSLEY, R.N.; ATTIA, S.L.; SOFTIC, S. Fructose impairs fat oxidation: Implications for the mechanism of western diet-induced NAFLD. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 114, n. 109224, p. 1-11, 2023.

JENSEN, T.; ABDELMALEK, M.F. *et al.* Fructose and sugar: a major mediator of nonalcoholic fatty liver disease. **J Hepatol**., v. 68, n. 5, p. 1063-1075, 2018. DOI: 10.1016/j.jhep.2018.01.019.

MAHAM, L.K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J.L. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. Tradução de Claudia Coana *et al*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

KRAUSE, N.; WEGNER, A. Fructose Metabolism in Cancer. **Cells**, v. 9, n. 2635, p. 1-17, 2020. DOI: 10.3390/cells9122635.

LIRIO, L.M. **Efeitos da ingestão crônica de frutose no desenvolvimento de alterações metabólicas em ratos normotensos e espontaneamente hipertensos**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

LONARDO, A.; LEONI, S.; ALSWAT, K.A.; FOUAD, Y. History of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 21, n. 5888; p. 1-38, 2020. DOI:10.3390/ijms21165888.

MATTOS, A.A. **Tratado de hepatologia.** Rio de Janeiro: Rubio, 2010. ISBN: 978-85-7771-055-3.

O'BRIEN, K.F.; LONG, S. *et al*. Patologia hepática em obesos mórbidos com e sem diabetes. **O Jornal Americano de Gastroenterologia,** v. 85, n. 10, p. 1349-1355, 1990. PMID: 2220728.

OUYANG, X.; CIRILLO, P. *et al.* Fructose consumption as a risk factor for non-alcoholic fatty liver disease. **J Hepatol.**, v. 48, n. 6, p. 993-999, 2008.

PINTO, W.J. **Bioquímica clínica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 628p.

POSTAL, B.G. **Caracterização do efeito e de vias de sinalização de compostos presentes em *Ilex paraguariensis St. Hil*. envolvidas na homeostasia da glicose.** 141 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Farmácia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

RIPPE, J.M.; ANGELOPOULOS, T. Sucrose, high-fructose corn syrup, and fructose, their metabolism and potential health effects: what do we really know? **American Society for Nutrition. Adv. Nutr.**, v. 4, p. 236-245, 2013. DOI: 10.3945/an.112.002824.

SCHWARZ, J.M.; NOWOROLSKI, S.M.; WEN, M.J.; DYACHENKO, A.; PRIOR, J.L.; WEINBERG, M.E.; HERRAIZ, L.A.; TAI, V.W.; BERGERON, N.; BERSOT, T.P.; RAO, M.N.; SCHAMBELAN, M.; MULLIGAN, K. Effect of a high-fructose weight-maintaining diet on lipogenesis and liver fat. **J Clin Endocrinol Metab,** v. 100, n. 6, p. 2434-42, jun. 2015. DOI: 10.1210/jc.2014-3678.

SOFTIC, S.; COHEN, D.E.; KAHN, R. Role of dietary fructose and hepatic *de novo* lipogenesis in fatty liver disease. **Dig Dis Sci.**, v. 61, n. 5, p. 1282-1293, 2016. DOI: 10.1007/s10620-016-4054-0.

TAPPY, L.; LÊ, K.A. Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. **Physiol Rev,** v. 90, p. 23-46, 2010. DOI: 10.1152/physrev.00019.2009.

TAPPY, L.; LÊ, K.A. Does fructose consumption contribute to non-alcoholic fatty liver disease? **Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology**, v. 36, n. 6, p. 554-560, dez. 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.clinre.2012.06.005.

WHITE, J.S.; HOBBS, L.J.; FERNANDEZ, S. Fructose content and composition of commercial: HFCS-sweetened carbonated beverages. **International Journal of Obesity**, v. 39, p. 176-182, 2015.

YOUNOSSI, Z.M. Non-alcoholic fatty liver disease: a global public health perspective. **Journal of Hepatology**, v. 70, n. 3, p. 531–544, 2019.

CAPÍTULO 7

COMPORTAMENTO DO AZEITE DE OLIVA EXTRAVIRGEM EM TEMPERATURAS ELEVADAS

Data de aceite: 01/02/2024

Emília Akil

Gabriel Dantas

Ana Lúcia Vendramini

INTRODUÇÃO

A azeitona é o fruto da oliveira, cujo nome científico é *Oleo europae*. A oliveira é uma das plantas mais antigas cultivadas pelo homem. A azeitona pode ser comercializada na forma de conserva para consumo em mesa (azeitonas verdes, colhidas antes da maturação e as azeitonas pretas, quando totalmente maduras). Do fruto da oliveira é extraído o azeite, denominado azeite de oliva (PERCUSSI, 2007; OLIVEIRA, 2010).

O azeite de oliva é o produto obtido somente do fruto da oliveira, por prensagem mecânica, excluído todo e qualquer óleo obtido pelo uso de solvente, por processo de reesterificação ou pela mistura com outros óleos, independentemente de suas proporções (BRASIL, 2012).

Os arqueólogos encontraram evidências da oliveira de 60 mil anos, porém há registros que a 8000 a.C. a Síria foi o primeiro produtor de azeite, sendo então percorrido até a Península Ibérica em 1500 a.C. Em 5000 a.C. o antigo Egito foi a primeira civilização a realizar regularmente a extração do azeite de oliva, por meio de procedimentos mecânicos para iluminar templos e palácios. Em 3000 a. C. a extração do azeite de oliva chegou a Palestina (LUCHETTI, 2003).

O azeite de oliva não era utilizado para fim alimentar. Desde a Síria, os cultivos dos campos de oliva se estendiam por todo o Mediterrâneo e com o decorrer dos tempos os gregos foram os primeiros a exportar o azeite de oliva (BLÁZQUEZ, 2006; LUCHETTI, 2003).

O azeite de oliva antes de ser usado na alimentação teve uma diversidade de usos como: Bandagem das múmias; Isolante térmico para o corpo; Analgésico e bálsamo dos gladiadores, também utilizado como remédio nas guerras; Hidratante; Perfume; Prêmios para os campões dos

jogos esportivos (azeite grego); Iluminar lâmpadas dos templos e palácios; Proteção contra o frio.

Como produto de exportação, o azeite de oliva era trocado por mercadorias valiosas. A oliva era considerada pelos gregos e romanos o principal cultivo do mediterrâneo. Em 400 a.C. o azeite tomou uma proporção enorme.

Na segunda metade do século XX, uma pesquisa pioneira descobriu que o consumo regular do produto na dieta alimentar ajuda a prevenir doenças cardíacas. A partir daí, os pesquisadores da área da saúde vêm pesquisando o assunto, identificando um grande número de benefícios do azeite de oliva em relação à saúde (OLIVEIRA, 2010).

O azeite de oliva possui elevados teores de ácido graxo monoinsaturado (ácido oleico) e antioxidantes. Isso faz com que, consumidos com frequência, conferem benefícios à saúde humana. Devido a essas características, o azeite de oliva é considerado para a ciência como um alimento funcional, tendo forte expressão nas indústrias alimentícias (BEVILACQUA, 2007).

Estudos comprovam que o consumo frequente do azeite de oliva proporciona vários benefícios à saúde do homem, ocorrendo assim menos prevalência de enfermidades cerebrovasculares, cardiovasculares, obesidade, hipertensão arterial, diabetes mellitus e câncer (BENEDICO, 2002; BEVILACQUA, 2007).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A oliveira

A oliveira (*Olea europaea*) começa a frutificar entre o quinto e o décimo ano após o plantio, mas só alcança o desenvolvimento após vinte anos. Durante a antiguidade clássica, nenhuma outra árvore foi muito útil, valiosa e importante e tão venerada pelos mediterrâneos como a oliveira. Era considerada símbolo de riqueza, paz, abundância e glória para os povos (LUCHETTI, 2003; PERCUSSI, 2007).

Para se desenvolver bem, a oliveira exige verões quentes e secos, invernos chuvosos e não muito rigorosos. Por essa razão, a faixa climática mais apropriada para o seu cultivo é a típica do clima mediterrâneo. A temperatura média ideal para seu desenvolvimento é em torno de 20°C. As condições climáticas de uma determinada região, caracterizada pela interação destes fatores, são de grande importância para o sucesso da cultura da oliveira, pois elas irão determinar os padrões de crescimento das plantas, sua área de distribuição e os limites para sua sobrevivência. O solo ideal é aquele que seja bem arejado e que possua adubação correta, ocorrendo intervalos de adubação orgânica e química (OLIVEIRA, 2006).

O Brasil produz azeite de oliva na região de Maria de Fé, no Estado de Minas Gerais. Esta região apresenta condições favoráveis para o cultivo de oliveiras. O município de Maria de Fé apresenta um relevado com 88% como montanhoso. As temperaturas,

durante o ano, apresentam uma média de 17ºC, sendo a média das máximas de 23,3ºC e das mínimas de 10ºC (OLIVEIRA, 2006)

O cultivo da oliveira possui especial relevância em todo o mundo, pelo fato do azeite de oliva ser benéfico à saúde humana, com comprovada eficácia na proteção de várias enfermidades, incluindo as cardiovasculares (OLIVEIRA, 2001). O fruto fresco da oliveira contém grande quantidade de água (40% a 45%), glicídios (10% a 20%) e 80% de lipídios (BRUNETON, 1991).

Segundo PERCUSSI (2007), as oliveiras podem ser classificadas em três grandes tipos:

- Para azeite, que produzem azeitonas pequenas, de polpa pouco espessa em relação ao caroço. As variedades desse tipo devem ter rendimento constante em quantidade e qualidade, com o peso do azeite obtido representado pelo menos 17% do peso das azeitonas;
- Para mesa, para o consumo direto. As azeitonas devem ser de tamanho médio a grande, com polpa espessa, tento rendimento de azeite inferior a 17%. Há espécies destinadas à produção de azeitonas verdes, ou seja, colhidas antes do amadurecimento, e outras de azeitonas pretas, colhidas depois de completamente maduras;
- Aqueles cujas azeitonas podem ser tanto para produção de azeite e para consumo direto, possuindo bom tamanho e polpa espessa, apresentando um rendimento de azeite entre 18 e 20%.

Cronologia da oliveira

A produção do azeite de oliva começa com a seleção das azeitonas, que devem ser firmes e não ter nenhum dano físico, pois não é valido dominar a técnica de produção de azeite quando a extração se faz com frutos imperfeitos, que resultam em um produto de qualidade inferior (LUCHETTI, 2003; BLÁZQUEZ, 2006).

A seguir observa-se na Tabela 2-1, que representa um esquema resumido do ciclo da colheita da azeitona com a finalidade de se obter o azeite de oliva.

Ciclo da colheita da azeitona	**Meses**											
	NOV	**DEZ**	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OUT**
Colheita												
Poda												
Repouso												
Vitaminação (solo)												
Parasitas												
Surgimento de flores												
Surgimento de frutos												

Tabela 2-1: Ciclo da colheita da azeitona para obtenção de azeite de oliva.

Obtenção e classificação do azeite de oliva

O azeite de oliva é o óleo extraído do fruto maduro da azeitona, por processos unicamente físicos, não sendo utilizada a sua extração por solventes e sem passar pelo processo de refino.

Há dois métodos na extração do azeite: sistema clássico e por centrifugação. O método clássico ocorre apenas uma prensagem da azeitona e é um processo mais tradicional, utilizando moinhos menores. O método por centrifugação é a extração do azeite de oliva na azeitona a nível industrial, onde a prensagem da azeitona pode ser realizada mais de uma vez.

Na Figura 2-1, observa-se um esquema de extração do azeite de oliva à nível industrial.

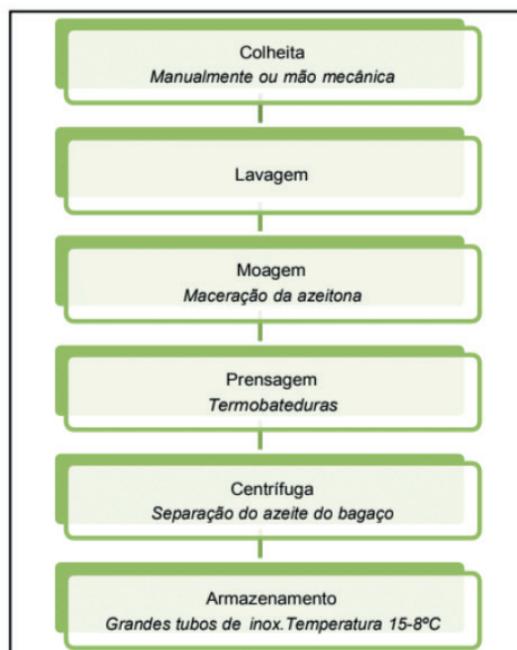



Figura 2-1: Organograma do processo de obtenção do azeite de oliva.

Após o processo de maceração, há a fase de prensagem, onde todo o azeite é extraído da azeitona. Esta prensa é realizada em termobatedura, onde a massa fica toda homogênea visando o rendimento da extração do azeite. Geralmente esta prensa é lenta, em torno de 14 a 18 rpm a 27ºC.

Após sua extração, o azeite de oliva é avaliado por um profissional (catador), onde ocorrem as seguintes avaliações: aroma, análise gustativa, tátil e visual. O Catador atribui nota para cada item, sendo de 0 (zero) a 10 (dez). Se a nota de todos os itens for maior que

6,5, o azeite de oliva analisado será, provavelmente, um azeite de oliva extravirgem. Caso pelo menos um dos itens receba nota entre 5,0 e 6,5, ele será um azeite de oliva virgem.

Em seguida é analisado o índice de acidez do azeite de oliva. A acidez sendo até 0,8% e possuindo todas as notas acima de 6,5, é classificado como um azeite de oliva extravirgem. O azeite é classificado como virgem, até 2,0% de acidez, quando recebe pelo menos uma nota entre 5,0 e 6,5.

O azeite de oliva corrente não é consumido diretamente, ele passa por um processo de refino tornando-se o azeite de oliva refinado ou então azeite de oliva, que é a mistura do azeite de oliva refinado com o azeite de oliva extravirgem ou virgem.

Classificação segundo BRASIL (2012):

- Azeite de oliva extravirgem (acidez até 0,8%);
- Azeite de oliva virgem (acidez até 2,0%);
- Azeite de oliva corrente → azeite de oliva refinado (até 0,5%)

→ azeite de oliva (até 1,5%).

Segundo o INMETRO (2000), são vários fatores que influenciam a qualidade do azeite de oliva, porém os principais são: condições climáticas, tipo de solo, variedade da oliveira, práticas de cultivo, estado de maturação do fruto, acidez e tempo de processamento das azeitonas após a colheita.

A diferença no termo "azeite" para "óleo" está em questão que a extração do azeite se faz por um fruto a partir de processos mecânicos, podendo ser consumido na sua forma virgem. Os óleos vegetais são extraídos das sementes, por solvente a quente e posterior refino (BOSKOU, 2000; ANGELIS, 2001).

A adulteração do azeite de oliva é bastante elevada. Geralmente esta fraude ocorre com a mistura do azeite de oliva com outros óleos vegetais refinados, pois possuem menor valor comercial. Há também a fraude com a mistura entre os tipos de azeite de oliva, adicionando classificações mais inferiores com o azeite extravirgem e então, sendo vendida apenas como azeite de oliva extravirgem. Outras fraudes que ocorrem são em relação a produção do azeite de oliva. O azeite de um determinado país pode, na verdade, estar sendo misturado com azeites de regiões próximas ao país, porém sendo embalado oriundo de um único país de origem (OLIVEIRA, 2006).

Economia mundial do azeite de oliva

De acordo com o International Olive Council (IOC, 2011), 97% da concentração mundial de azeite de oliva é decorrente da bacia do Mediterrâneo, sendo 74% desta produção oriundo dos países da União Europeia. A Espanha está em 1° lugar no ranking mundial produzindo 1.396.300 toneladas que corresponde a 46%, Itália com 15% e Grécia com 11% da produção mundial (Figura 2-2).

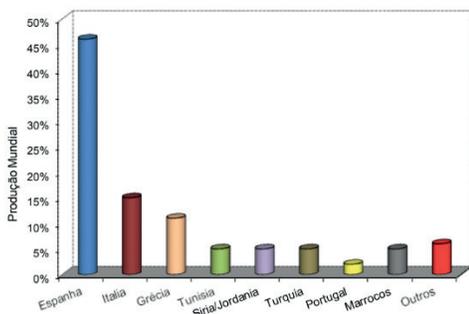



Figura 2-2: Maiores produtores mundiais de azeite de oliva em 2010 (IOC, 2011).

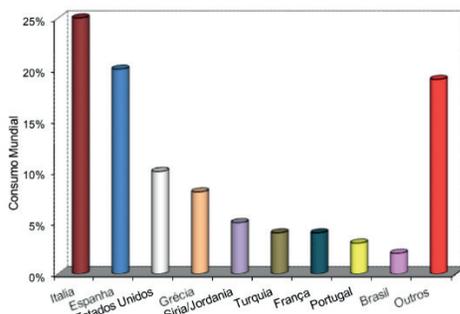



Figura 2-3: Gráfico de maiores consumidores mundiais de 2010 (IOC, 2011).

O consumo de azeite de oliva no ano de 2010 foi de 2.872.000 toneladas, sendo 65% da união europeia. Da mesma forma que a União Europeia possui os maiores produtores, também são os maiores consumidores, sendo a Itália em primeiro lugar e Espanha em segundo. No caso do Brasil, o consumo foi de 2%, apresentando um percentual baixo em comparação com os maiores consumidores (Figura 2-3) (IOC, 2011).

Os Estados Unidos são os maiores importadores de azeite de oliva, sendo em torno de 33% da importação mundial em 2010 (Figura 2-4) (IOC, 2011). O Brasil é o quarto maior importador de azeite de oliva (IOC, 2011). A produção de azeite de oliva brasileiro originário do município de Maria de Fé (Minas Gerais) ainda é baixa, não estando presente no mercado nacional.

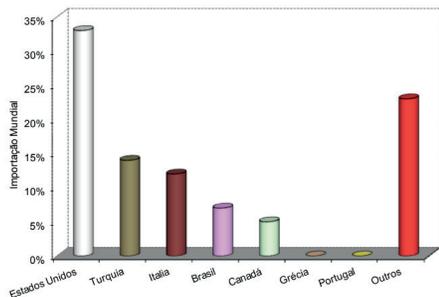



Figura 2-4: Gráfico de maiores importadores mundiais de 2010 (IOC, 2011).

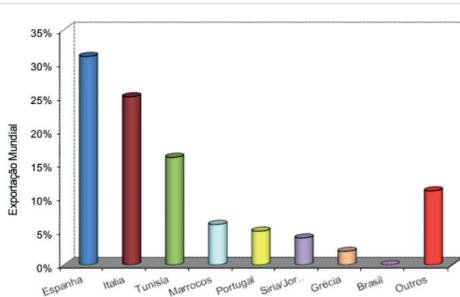



Figura 2-5: Gráfico de maiores exportadores mundiais de 2010 (IOC, 2011).

Espanha e Itália são os maiores exportadores de azeite de oliva, sendo 31% (210.000 toneladas) e 25% (165.000 toneladas) respectivamente, sendo a Tunísia em terceiro lugar (Figura 2-5).

Composição química do azeite de oliva e seus benefícios

Perfil lipídico e suas propriedades nutricionais

Os óleos e gorduras são, juntamente com os carboidratos e as proteínas, nutrientes essenciais para o homem, sendo as maiores fontes de energia de nossa dieta (9 Kcal/g). Estes nutrientes solubilizam e ajudam na absorção de vitaminas lipossolúveis e são precursores dos hormônios prostaglandinas. São constituídos, principalmente por triacilgliceróis que são moléculas resultantes da condensação de três moléculas de ácidos graxos com o glicerol. Os triacilgliceróis podem ser simples – quando são constituídos por ácidos graxos do mesmo tipo – ou mistos – quando os ácidos graxos que o constituem são diferentes (SHILLS, 2003; KRAUSE, 2005).

Os triacilgliceróis são insolúveis em água e a temperatura ambiente e podem apresentar consistência líquida (óleos) ou sólida (gorduras). Além dos triacilgliceróis, os óleos e gorduras apresentam outros constituintes minoritários: monoacilgliceróis, diacilgliceróis, ácidos graxos livres, tocoferóis, esteróis, fosfolipídeos, vitaminas lipossolúveis, alcoóis graxos, cerídeos, carotenóides, entre outros (SHILLS, 2003; KRAUSE, 2005).

Os ácidos graxos podem ser saturados (sem dupla ligação) ou insaturados (com duplas ligações). Os ácidos graxos insaturados apresentam isomeria espacial e suas estruturas são conhecidas como isômeros cis e trans. Eles podem ser mono, di e triinsaturados, dependendo da quantidade de duplas ligações. O aumento do número de insaturação de um ácido graxo ocasiona na redução do seu ponto de ebulição. Quanto maior o grau de insaturação de um ácido graxo, menor será sua estabilidade a oxidação (KRAUSE, 2005; SHILLS, 2003).

A dieta do mediterrâneo, que contém o azeite de oliva como um dos principais componentes, favorece na redução dos maiores fatores de risco para doenças cardiovasculares, como perfil lipídico, pressão sanguínea e metabolismo da glicose (GARCIA, 2001). Lembrando sempre que, as propriedades profiláticas da dieta do Mediterrâneo não são atribuídas apenas ao maior consumo de azeite de oliva; ela se caracteriza também pelo maior consumo diário de cereais, legumes, frutas, verduras e produtos proteicos, como pescados e leite, baixo consumo de carnes vermelhas e de gorduras de origem animal (GARCIA, 2001).

O azeite de oliva, por ser constituído majoritariamente por ácido oleico, ocupa uma posição única, relativamente aos restantes óleos vegetais, uma vez que este ácido é menos susceptível à oxidação (RIQUE, 2002; PEREIRA, 2004; MARGARI, 2001; BESTER

2007; CHIAVARO, 2008; SANTOS, 2009; CALVO, 2012). Waitzberg (2000) e Calvo (2012) afirmam que o fato da estrutura molecular do ácido oleico ter somente uma dupla ligação confere ao azeite de oliva maior proteção contra a oxidação lipídica, consequentemente maior estabilidade.

O ácido oleico se forma mediante a ação catalítica de enzimas desaturases (Δ9 – acil CoA desaturase), além de poder ser formado a partir do ácido graxo esteárico (C18:0), após sua ingestão, é rapidamente convertido em ácido oleico e possuindo seu efeito benéfico no organismo (VISIOLI, 2002; COSTA, 2003; VALSTA, 2005).

Os ácidos graxos essenciais (linoleico e linolênico) atuam no processo inflamatório no organismo, onde o ácido linoléico (família w-6) atua na formação de mediadores pró-inflamatórios (eisocadoides da série par) e o ácido linolênico (família w-3) atua na formação de mediadores anti-inflamatórios (eicosanoides da série ímpar). A proposta é que ocorra uma boa relação de equilíbrio destes ácidos graxos. O Institute of Medicine (2002) propõe uma relação 5 de w6 para 1 de w3, sendo que a realidade da alimentação contemporânea é, em torno de, 20:1 (GARÓFALO, 2006).

Os óleos refinados de soja e girassol são ricos em ácidos linoleico e linolênico, diferente do azeite de oliva. Porém, a relação de w-6 e w-3 é elevada nos óleos vegetais, principalmente no óleo de girassol (GARÓFALO, 2006).

A Instituição Normativa nº1 de 30 de janeiro de 2012, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, e o Codex Alimentarius (2009) são duas regulamentações que determinam o perfil e limitação da quantificação dos ácidos graxos presentes

No estudo de ANTONIASSI (1998), foram analisadas quarenta e duas amostras de azeite de oliva extravirgem e foi identificada a presença dos seguintes ácidos graxos em todas as amostras: ácido palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2) e linolênico (C18:3). Os seguintes ácidos graxos não foram detectados em todas as amostras de azeite de oliva ou foram detectados apenas como traços (quantidade inferior a 0,1%): mirístico (C14:0), margárico (C17:0), Heptadecenóico (C17:1), araquídico (C20:0), eicosenóico (C20:1), behênico (C:22:0) e Lignocérico (C24:0).

Na estão apresentados os limites de mínimo e maximo dos ácidos graxos presentes no azeite de oliva extravirgem, conforme a legislação nacional (BRASIL, 2012) e Codex Alimentarius (2009).

A Tabela 2-2 apresenta a composição de ácidos graxos majoritários em azeite de oliva, óleo de soja e girassol em seis referências bibliográficas.

Ácidos Graxos	Símbolo	Azeite 1*	Azeite 2*	Azeite 3*	Azeite 4*	Óleo de Soja**	Óleo de Girassol**	BRASIL (2012)	Codex Alimetntarius (2009)
Mirístico	C14:0	0,01	0,01	-	-	-	-	traços	< 0,1
Palmitico	C16:0	12,76	13,81	11,80	11,00	10,84	6,66	7,5 - 20,0	7,5 - 20,0
Palmitoléico	C16:1	1,14	1,53	0,80	0,90	0,07	0,08	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5
Margárico	C17:0	0,06	0,05	-	-	-	-	< 0,3	< 0,5
Heptadece-nóico	C17:1	0,11	0,11	-	-	-	-	< 0,6	< 0,6
Esteárico	C18:0	3,21	2,28	3,10	2,60	3,32	4,32	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0
Oléico	C18:1	75,35	72,74	74,10	76,00	21,25	21,09	55,0 - 83,0	55,0 - 83,0
Linoléico	C18:2	5,74	7,97	6,90	7,50	55,11	67,78	3,5 - 21,0	3,5 - 21,0
Linolênico	C18:3	0,63	0,77	0,70	0,80	4,79	0,15	< 0,9	< 1.5
Araquídico	C20:0	0,48	0,34	-	-	0,35	-	< 0,6	< 0,3
Eicosenóico	C20:1	0,30	0,26	-	-	-	-	< 0,4	-
Behênico	C22:0	0,15	0,10	-	-	0,43	-	< 0,2	< 0,3
Lignocérico	C24:0	0,06	0,03	-	-	0,15	-	< 0,2	< 1.0

*BESTER, 2008; CHIAVARO, 2008; CHIAVARO, 2009.

** SANIBAL, 2004; JORGE, 2005.

Tabela 2-2: Composição de ácidos graxos de azeites de oliva, óleo de soja e girassol em seis referências bibliográficas e seus limites de acordo com BRASIL (2012) e o Codex Alimentarius (2009).

Observa-se na Tabela 2-2 que o ácido graxo em destaque é o ácido oléico, com teor de 72,14%, 74,10%, 75,34% e 76,00%. O ácido graxo saturado predominante é o palmítico com teor de 11,00%, 11,80%, 12,76% e 13,80%. Entre os ácidos graxos saturados, o ácido palmítico é um dos principais envolvidos no aumento da LDL, sendo considerado um fator e risco de doenças coronárias (LIMA, 2000; CHIAVARO, 2009).

O ácido linolênico, entre os ácidos graxos poliinsaturados, é aquele que apresenta menor concentração no azeite de oliva. Segundo a regulamentação da Codex Alimentarius (2009), uma amostra que apresente limite superior a 21% de ácido linoléico pode estar fraudada com óleos de outra natureza, principalmente aqueles de menor valor comercial (PEIXOTO, 1998; AUED-PIMENTEL, 2002).

Oxidação lipídica

Há alguns anos aumentou o interesse sobre os efeitos fisiológicos dos óleos aquecidos a elevadas temperaturas. Deve-se ainda considerar que parte do óleo utilizado para a transferência de calor é absorvida pelo alimento e torna-se parte da dieta, exigindo óleos de boa qualidade no preparo dos alimentos e que permaneçam estáveis por longos períodos de tempo. Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura, uma complexa série de reações produz numerosos compostos de degradação, afetando não só a qualidade nutricional dos óleos, mas também a integridade e segurança dos alimentos, através da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (RAMALHO, 2006).

A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, que traz como consequência alterações no valor comercial dos óleos, seja pela formação de compostos voláteis de odor desagradável, destruição dos ácidos graxos poliinsaturados, ou até mesmo pela geração de compostos de potencial toxicidade (JUNIOR, 2010).

Há três caminhos que o óleo pode sofrer oxidação, são elas: foto-oxidação, rancificação hidrolítica e auto-oxidação (VELASCO, 2004b). Estas reações são complexas e envolvem diversos mecanismos, relacionadas com espécies reativas, constituição química do lipídio ao ambiente em que se encontram e ao processo que estão submetidos, de modo que vão promover, acelerar ou retardar o processo oxidativo (DENISOV, 2005; RAMALHO, 2009).

A foto-oxidação ocorre através de reações envolvendo a interação entre ligações duplas e oxigênio reativo, produzido pelo efeito de luz (principalmente ultravioleta) na presença de sensibilizadores como a clorofila (GUPTA, 2000).

Ocorre a quebra do triacilglicerol formando dímeros, monômeros de triacilglicerol ou ácidos graxos livres (VELASCO, 2004b).

A estabilidade oxidativa de um óleo é definida como a sua resistência à oxidação durante o processamento e armazenamento, e pode ser expressa como o período de tempo necessário para se atingir o ponto crítico de oxidação, seja esta uma mudança sensorial ou uma aceleração súbita do processo oxidativo (HAMILTON, 1994). Na auto-oxidação, quanto maior o grau de insaturação de um ácido graxo maior será a velocidade das reações (GUNSTONE, 2004).

A fase inicial do processo da auto-oxidação é lenta em baixas temperaturas, aumentando conforme o aquecimento do óleo. A oxidação mediada pelo oxigênio singlete é dependente da presença de luz, com isso não é recomendado o armazenamento de óleos em embalagens transparentes (KOCHEVAR, 2000).

A presença do ar com o óleo interfere na sua estabilidade. Os ácidos graxos livres estão mais susceptíveis à auto-oxidação do que aqueles ácidos graxos esterificados, por possuírem uma porção polar e apolar em sua molécula, fazendo com que reduza a tensão superficial do óleo e aumentando a taxa de difusão do oxigênio (MISTRY, 1988).

Os metais de transição (ferro e cobre) podem interferir como catalisadores no processo da auto-oxidação, produzindo radical aquil lipídico (RAL). Os metais reduzem a energia de ativação inicial do processo oxidativo, facilitando a iniciação no processo da oxidação, e aceleram o processo da auto-oxidação pela decomposição dos hidroperóxidos. Além disso, o íon Fe^{+3} causa a decomposição de compostos fenólicos, fazendo com que ocorre a redução da capacidade antioxidante do azeite de oliva e sua estabilidade oxidativa (MIN, 2002a).

Clorofila, pigmento presente no azeite de oliva, assim como seus produtos de degradação, feofitinas e feoforbídios, agem como fotossensibilizadores, promovendo a excitação do oxigênio e gerando o oxigênio singlete. Logo, na presença da luz agem como

pró-oxidantes, embora passem a ter papel de antioxidantes (doação de hidrogênio aos radicais livres) quando o azeite é armazenado em ambiente escuro (MIN, 2002a).

A auto-oxidação é um processo de natureza química, complexo e dinâmico que evolui ao longo do tempo, mas que se inicia de maneira espontânea a partir da formação de um RAL. Essa condição se mostra necessária para que a oxidação ocorra, uma vez que ocorre a reação do oxigênio atmosférico em seu estado reativo singlete com um ácido graxo. Esta reação começa pela remoção de um átomo de hidrogênio de um ácido graxo gerando um RAL, geralmente representado pelo símbolo R• e, portanto, é fortemente influenciado pelo calor, luz (visível e ultravioleta) e por metais catalisadores, sendo conhecido como fase de iniciação ou de indução (MIN, 2002a).

A posição deste átomo de hidrogênio na molécula do ácido graxo é fortemente influenciada na energia necessária para sua remoção. Se a sua posição estiver a um carbono adjacente a uma dupla ligação, a sua remoção é favorecida demandando menos energia, sendo ainda mais fácil a sua remoção se estiver ligado a um carbono localizado entre duplas ligações (MIN, 2002a).

O RAL formado, extremamente instável, reage com o oxigênio atmosférico, formando radical peroxi-lipídico (RPL ou R-O-O•). A reação segue em ataque a outras cadeias de ácidos graxos gerando os hidroperóxidos (e novos radicais RAL) que são clivados formando R-O-O•, se propagando velozmente até que comece a ocorrer a neutralização dos radicais formados e término das reações. A ilustração deste processo está representada na Figura 2-6 (MIN, 2002a, SCHAICH, 2005).

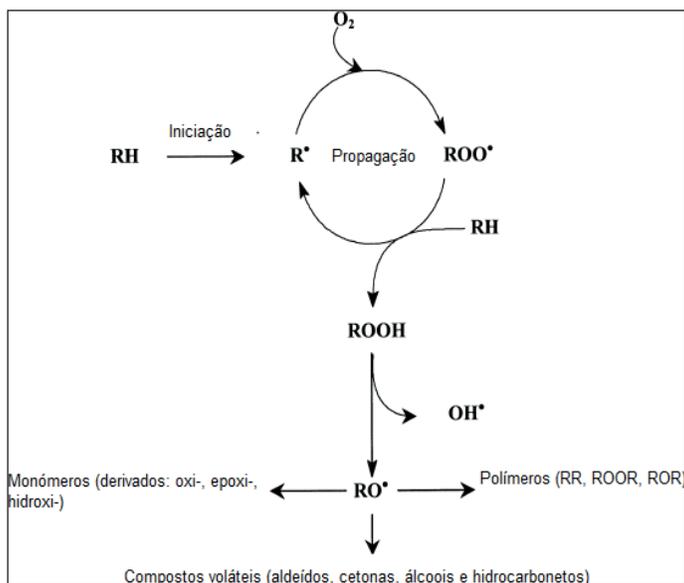



Figura 2-6: Fases do processo auto-oxidação (VELASCO, 2004b).

Os hidroperóxidos resultantes da auto-oxidação dos ácidos graxos podem se decompor em radical hidroxil e alcoxil. O radical alcoxil e rearranjos com o radical hidroxil formando aldeídos, cetonas, ácidos, ésteres, alcoóis e hidrocarbonetos de cadeia curta, moléculas que podem influenciar fortemente nas características sensórias e de toxicidade dos óleos. A reação em cadeia tem seu momento final quando ocorre à interação entre os radicais livres formados se neutralizando mutuamente. Esta fase é conhecida como fase terminal e caracteriza-se por várias alterações no odor, sabor, cor, viscosidade e composição do lipídio (formação de polímeros, dímeros e monômeros de triacilglicerol oxidados) (SIKORSKI, 2003; COULATE, 2004).

A Figura 2-7 ilustra um esquema simplificado dos estágios de deterioração dos óleos através da oxidação, em relação ao processo que são formados os hidroperóxidos, que são classificados como compostos de oxidação primária, e a formação dos compostos secundários da oxidação a partir da degradação dos hidroperóxidos, que são responsáveis pelo *off-flavours* nos óleos.

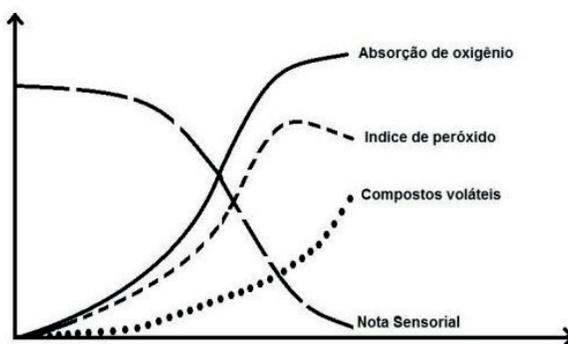



Figura 2-7: Estágios de deterioração de óleos através da oxidação (VELASCO, 2004b).

Avaliação do grau de oxidação lipídica

A produção do azeite de oliva, assim como qualquer outro óleo, em maiores escalas envolve a necessidade de caracterização de seu nível de oxidação. Vários métodos analíticos foram desenvolvidos com essa finalidade, porém cada um fornece informações relacionadas a um estado em particular desse processo (GUNSTONE, 2004).

Muitas técnicas químicas são usadas para monitorar a oxidação dos lipídios e para avaliar a eficácia dos antioxidantes presentes. Conforme ocorre a oxidação lipídica, modificações podem ser detectadas como a degradação de ácidos graxos insaturados, formação de hidroperóxidos e níveis de acidez com a quebra dos triaciacilgliceróis. As modificações secundárias podem ser detectadas pela presença de voláteis, como os aldeídos (NOGALA-KALUCKA, 2005).

O índice de acidez (IA) é a análise que está relacionada com a qualidade e o grau de pureza dos lipídios. Um grau de acidez elevado é ocasionado pelo mau estado de conservação do fruto e tratamento inadequado do óleo. O índice de acidez representa o teor de ácido graxo livre na amostra, resultado da quebra do triacilglicerol presente nos óleos (HAMMOND, 2005).

O índice de peróxido (IP) é um método clássico para determinar os níveis de hidroperóxidos, produtos primários da oxidação. É uma técnica de baixo custo, sem necessitar da utilização de equipamentos caros. Os hidroperóxidos provenientes da oxidação dos ácidos graxos atuam sobre o iodeto de potássio e é geralmente expresso em termos de miliequivalentes de oxigênio por quilograma de óleo. O limite do índice de peróxido para que o azeite seja considerado próprio para o consumo humano é de 20 meq de 02/kg (PEIXOTO, 1998; BENEDICO, 2002)

Importante ressaltar que os peróxidos são instáveis, sendo então classificados como produtos de oxidação primárias, sendo os produtos que vão levar a formação dos compostos secundários da oxidação, que são responsáveis pelo *off-flavors.* Logo, é possível concluir que o IP possui um valor máximo em um determinado momento da oxidação. Conforme avança o processo oxidativo, o IP declina gradativamente, ocasionando a sua degradação e promovendo a formação de aldeídos, sendo um exemplo de produto secundário da oxidação (HAMMOND, 2005).

METODOLOGIA

As cinco amostras de origem européia foram gentilmente cedidas pela empresa Alma Brasilis (produtores de azeites espanhóis La Rambla). São elas: Espanhol 1, variedade Arbequina (marca Borges®) - ESP 1; Espanhol 2, variedade Picual (marca Borges®) - ESP 2;Italiano (marca Colavita®) - ITA;Grego (marca Sparta Gold®) - GR;Português (marca Vineves®) - PT;Brasileiro (produzido em Maria de Fé, Minas Gerais, com azeitonas nacionais. Este azeite foi comprado diretamente do produtor) - BR.

As amostras de óleo refinado de soja e de girassol (marca Liza®) foram adquiridas em comércio local. Todas as amostras estavam dentro do prazo de validade e armazenadas sob atmosfera de nitrogênio, refrigeração (-18°C) e protegidos da luz.

Todas as amostras foram armazenas a -18°C, protegidas da luz e protegidas do ar atmosférico em nitrogênio no laboratório de Tecnologia de Alimentos (E-105) da Escola de Química / UFRJ.

Foram realizados dois ensaios de aquecimento: todos os azeites de oliva e óleos vegetais foram submetidos a aquecimento em estufa a 180°C durante 45 minutos (E45), 10 horas, 20 horas e 30 horas;

Foram realizadas as seguintes determinações nas amostras antes e depois dos ensaios de aquecimento: índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP) e quantificação dos principais ácidos graxos

Análises químicas

As análises químicas realizadas foram: Indice de acidez (IA); Indice de Peróxido (IP)

A acidez tem como definição a quantidade em mg de hidróxido de potássio necessária para em neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de amostra (LUTZ, 1985). Está relacionada na quantificação de ácidos graxos livres em relação ao ácido oleico total (MORETTO, 1998; PEIXOTO, 1998).

O índice de acidez (IA) foi realizado em duplicata seguindo as normas da AOCS (1990), com adaptações: 0,5g de em 15 ml de solução éter-etílico:etanol (2:1) e titulada com a hidróxido de sódio 0,01N. O índice de acidez foi expresso em porcentagem de ácido oleico (m/m).

Cálculo:

$$IA\% = \frac{(V_a - V_b) \times F_c \times 0{,}282}{M_a}$$

Em que:

A% = Acidez percentual em ácido oleico.

V_a = Volume (mL) consumido de hidróxido de sódio 0,01N de sódio na titulação da amostra.

V_b = Volume (mL) consumido de hidróxido de sódio 0,01N na titulação branco.

F_c = Fator de correção da solução de NaOH.

M_a = Massa da amostra em gramas.

O índice de peróxido (IP) é a determinação da deterioração oxidativa nos primeiros momentos dos óleos. Baseia-se no poder oxidativo dos peróxidos orgânicos sobre o iodeto de potássio, sendo expresso em miliequivalentes de oxigênio por kg de amostra (Lutz, 1985).

Para determinação do IP, foram adotadas as normas da AOCS, Cd 18-20, (2004), em duplicata, utilizando 2,5g de amostra e solução de tiossulfato de sódio 0,01N.

Cálculo:

$$IP = \frac{(V_a - V_b) \times F_c \times 0{,}01}{M_a} \times 1000$$

Em que:

IP = Índice de peróxidos

V_a = Volume (mL) consumido de tiossulfato de sódio 0,01N na titulação da amostra.

V_b = Volume (mL) consumido de tiossulfato de sódio 0,01N na titulação branco

F_c = Fator de correção da solução de tiossulfato de sódio 0,01 N

M_a = Massa da amostra em gramas

Análises cromatográficas

Determinação dos ácidos graxos

Todas as amostras foram quantificadas conforme composição principal de ácidos graxos presentes no azeite de oliva por meio da técnica de cromatografia gasosa (CG).

O processo de metilação dos ácidos graxos das amostras foi realizado de acordo com a metodologia de Hartman e Lago (1973). Condições cromatográficas para a análise dos ésteres de ácidos graxos: cromatógrafo gasoso marca Varian CP3800, detector de ionização em chama (FID), em coluna capilar de sílica fundida (Carbowax 20M) 30m x 0,53nm e 1,0μm de espessura de fase. Injetor a 220ºC e detector FID a 260ºC. A corrida foi programada para coluna em temperatura inicial de 60ºC, aquecendo até 180ºC em uma taxa de 10ºC/min até a temperatura final da coluna de 230ºC, em modo split, com razão de 1:10. A vazão do gás inerte (H2) foi de 4,0ml/min (método 344/IV, INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A análise foi realizada em duplicata para cada amostra, sendo caracterizada qualitativamente pela comparação dos respectivos tempos de retenções de padrões de ésteres metílicos (AccuStandard®) dos ácidos graxos com os tempos de retenção presentes nas amostras. A quantificação dos ácidos graxos foi calculada por normalização de área integrada.

Análise estatística

Os resultados das análises do presente trabalho são expressos como média ± desvio-padrão de duas repetições independentes. Os resultados receberam tratamento estatístico pelo método de Anova. As médias foram comparadas utilizando Teste de Fisher, com nível de significância de 5%. Para este estudo, foi utilizado o software Statistica 8.0 (StatSoft®, Oklahoma, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de acidez (IA)

Os índices de acidez (IA) das amostras de azeite de oliva extravirgem sem aquecimento variaram entre 0,17 e 0,86%. O azeite espanhol 2 apresentou o menor valor e o brasileiro o maior valor. No estudo de Bester (2007) e Malheiro (2009), que também analisaram azeite de oliva extravigem de algumas regiões da Europa, o IA dos azeites também apresentou valores abaixo de 0,8%, (0,29 a 0,38%). Segundo a legislação nacional (BRASIL, 2012), uma das exigências para que o azeite de oliva seja classificado como extravirgem é sua acidez ser menor que 0,8%. Com exceção do azeite brasileiro, as amostras de azeite de oliva se enquadram no que a legislação preconiza.

Os valores distintos de acidez para cada amostra são estabelecidos devido aos diferentes tipos de azeite de oliva, tipo da azeitona, processo de maturação, processo de obtenção do azeite, estocagem, presença de pragas nas azeitonas e presença de danos físicos (PEIXOTO, 1998).

É esperado que o IA nos óleos vegetais seja menor em comparação ao azeite de oliva, pois se deve ao processo de refino que os óleos são submetidos. A neutralização é uma das etapas no processo de refino do óleo onde ocorre a remoção dos ácidos graxos livres, reduzindo a acidez do óleo. O refino do óleo bruto também remove proteínas, fosfatídeos, pigmentos (como a clorofila e carotenos), substâncias voláteis (hidrocarbonetos, aldeídos, cetonas, etc.), substâncias inorgânicas, metais, vitaminas e umidade (COULATE, 2004; MALHEIRO; 2009). O óleo de girassol não apresentou valor de acidez muito baixo como no óleo de soja.

A Figura 4-1 apresenta a evolução no processo de aquecimento por estufa a 180ºC por 10, 20 e 30 horas.

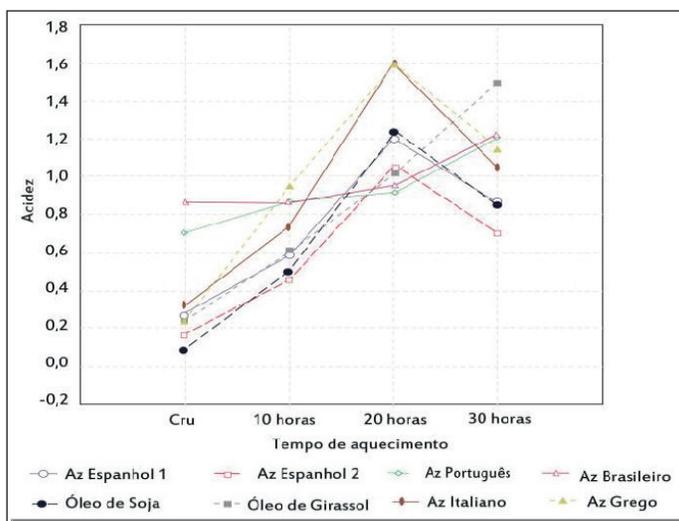



Figura 4-1: Evolução do índice de acidez (IA) nas amostras de azeite de oliva extravirgem e de óleos de soja e de girassol em aquecimento por estufa a 180ºC durante 10, 20 e 30 horas.

A Figura 4-1 apresenta a evolução do índice de acidez dos azeites e dos óleos de soja e de girassol com o tempo de aquecimento em estufa. Houve o aumento estatisticamente significativo (P<0,05) nos valores da acidez, da amostra *in natura* até 30 horas de aquecimento. Não houve diferença estatisticamente significativa (P<0,05) no azeite brasileiro em até 10 horas de aquecimento em estufa, diferentemente das outras amostras. Todas as amostras, com exceção do óleo de girassol e dos azeites brasileiro e português, sofreram queda da acidez após 20 horas de aquecimento em estufa, apresentando que o maior IA ocorreu em 20 horas de aquecimento em estufa a 180°C. Esse acontecimento

pode ser decorrente do fato do processo de oxidação superar a hidrólise dos triacilgliceróis presentes na amostra (BESTER, 2008; MALHEIRO, 2009). Com relação ao IA após 30 horas de aquecimento, o óleo de girassol apresentou maior valor de IA (1,5%), seguido do azeite brasileiro (1,23%). Porém, os azeites brasileiro e português apresentaram menores elevações na evolução da acidez.

As Tabela 4-1 e 5-3 apresentam o aumento absoluto e relativo do IA das amostras ao final do aquecimento em estufa por 45 min (E45) e 30 horas.

Amostras	Modo e tempo de aquecimento	
	Aumento absoluto (Cru/30h)	Aumento absoluto (Cru/E45)
Brasileiro	0,37	0,09
Português	0,50	0,09
Espanhol 1	0,60	0,02
Espanhol 2	0,53	0,22
Italiano	0,72	*
Grego	0,90	*
Soja	0,77	0,36
Girassol	1,26	0,72

*Amostras não submetidas ao aquecimento em estufa por 45 min (E45). Aquecimento em estufa a 180ºC.

Tabela 4-1: Aumento absoluto do índice de acidez (IA) ao final do aquecimento em estufa por 30 horas, 45 min (E45).

Amostras	Modo e tempo de aquecimento	
	Aumento relativo (Cru/30h)	Aumento relativo (Cru/E45)
Brasileiro	43%	10%
Português	70%	13%
Espanhol 1	214%	7%
Espanhol 2	312%	129%
Italiano	218%	*
Grego	360%	*
Soja	856%	400%
Girassol	525%	300%

*Amostras não submetidas ao aquecimento em estufa por 45 min (E45). Aquecimento em estufa a 180ºC.

Tabela 4-2: Aumento relativo do índice de acidez (IA) ao final do aquecimento em estufa por 30 horas, 45 min (E45.

Do ponto de vista do aumento relativo, a amostra de óleo de soja foi aquela que apresentou maior elevação do IA, acarretando uma elevação de 856% no aquecimento em estufa por 30 horas - mesmo apresentando redução do IA em 20 horas de aquecimento - de 400% em estufa por 45 min. O óleo de girassol obteve o segundo pior desempenho, possuindo uma elevação do IA de 525% em estufa por 30 horas, de 300% em estufa por 45 min (Tabela 4-2).

Porém, do ponto de vista do aumento absoluto, o óleo de girassol apresentou maior elevação do IA, em seguida do azeite grego e o óleo de soja no aquecimento em estufa por 30 horas, porém os azeites apresentaram queda do valor de IA em 20 horas de aquecimento e o óleo de girassol apresentou um aumento contínuo. Os azeites brasileiro e português apresentaram melhores desempenhos. No caso do aquecimento em estufa por 45 min, os óleos de girassol e de soja apresentaram os piores desempenhos.

É válido ressaltar que na análise de IA, o mais importante é acompanhar a evolução deste índice ao longo de todo o aquecimento e não analisar somente os valores da amostra *in natura* e o último tempo de aquecimento, pois em algumas amostras no aquecimento em estufa por 30 horas houve a redução do IA em um determinado momento nas horas intermediárias de aquecimento (20 horas). Logo, é possível concluir que para ter uma noção verdadeira do que está acorrendo com a amostra, é importante analisar o valor de IA inclusive dos tempos intermediários (Figura 4-1).

Em relação à análise do IA, os azeites brasileiro e português foram aqueles que sofreram menos influência dos processos de aquecimento de uma forma em geral, no aquecimento em estufa por 30 horas, além de não ter apresentado diferença significativa no valor de IA em 10 horas de estufa. Porém é importante ressaltar que o azeite brasileiro apresentou maior valor de IA na amostra *in natura*. Os óleos de girassol e de soja e o azeite grego foram as amostras que apresentaram maiores aumentos de IA devido aos processos de aquecimento, ressaltando que o óleo de soja apresentou menor valor de IA na amostra *in natura*.

Índice de peróxido (IP)

Os índices de peróxido (IP) das amostras de azeite de oliva extravirgem sem aquecimento variaram entre 4,0 e 8,9 mEq O2/kg. O azeite espanhol 1 apresentou menor valor e o português o maior valor. Os estudos de Reda (2004), Chiavaro (2008) e Bester (2007), analisaram azeites de oliva extravirgem e encontraram os seguintes índices 9,7; 11,5; 18,3 e 8,02, respectivamente. A legislação nacional (BRASIL, 2012) estabelece que os óleos prensados a frio sem sofrer refino podem apresentar IP de até 15 mEq O2/kg; logo todas as amostras de azeite de oliva estão abaixo deste limite.

É possível observar que os valores de IP dos óleos de soja e girassol, 4,8 e 3,7 mEq O2/kg, estão dentro do limite segundo a legislação para óleos refinados, que é no

máximo 10 meq/kg (BRASIL, 2012). Segundo Jorge (2005), apesar dos óleos refinados apresentarem menores valores de IP, estes óleos são mais instáveis durante o processo de fritura em comparação com o azeite de oliva. Porém, no presente trabalho, os azeites espanhóis 1 e 2 apresentaram menores valores de IP (4,0 e 4,3 mEq O2/kg) nas amostras cruas em comparação ao óleo de soja (4,8 mEq O2/kg).

A Figura 4-2 apresenta a evolução no processo de aquecimento por estufa a 180ºC por 10, 20 e 30 horas.

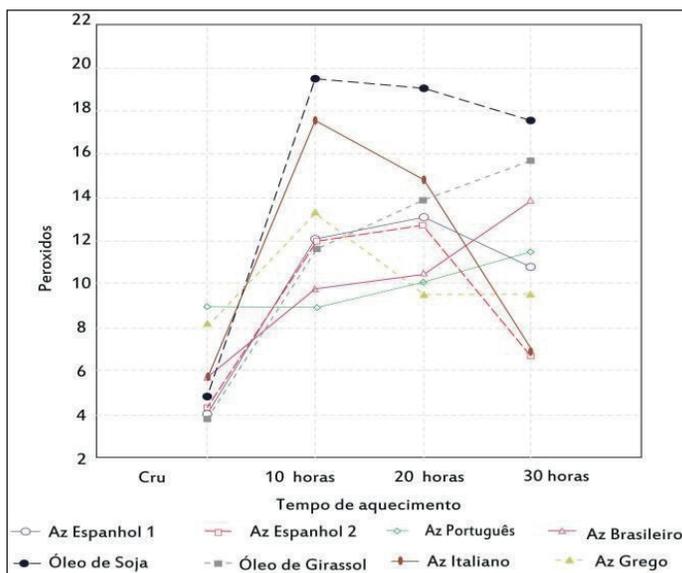



Figura 4-2: Evolução do índice de peróxido (IP) nas amostras de azeite de oliva extravirgem e de óleos de soja e de girassol em aquecimento por estufa a 180ºC durante 10, 20 e 30 horas.

Houve aumento estatisticamente significativo (P<0,05) do IP ao longo de 30 horas de aquecimento, porém não houve o aumento estatisticamente significativa no azeite português no primeiro momento de aquecimento (10 horas). Um fato peculiar que merece destaque é a queda do IP após 10 horas para algumas amostras (italiano, grego e soja) e 20 horas para outros (espanhol 1 e 2). Quando se observa que o valor de IP reduz conforme o aquecimento, significa que os tores dos compostos secundários da oxidação estão ultrapassando os hidroperóxidos; composto de oxidação primária (MIN, 2002a; JORGE, 2005; BESTER, 2008). Não foi observado queda do IP nos azeites português e brasileiro e óleo de girassol, porém o azeite português apresentou menor evolução do aumento do IP. O óleo de soja foi uma das amostras que apresentou menores valores de IP na amostra *in natura* (4,8 mEq O2/kg), porém apresentou o maior valor em todas as etapas do aquecimento, mostrando acentuado pico em 10 horas.

As Tabela 4-3 e 5-6 e e 5-9 apresentam o aumento absoluto e relativo do IP das amostras ao final do aquecimento em estufa por 45 min (E45), 30 horas e em fritura por 45 (F45).

Amostras	Modo e tempo de aquecimento	
	Aumento absoluto (Cru/30h)	**Aumento absoluto (Cru/E45)**
Brasileiro	8,21	3,27
Português	2,55	-2,12
Espanhol 1	6,77	7,25
Espanhol 2	2,34	6,25
Italiano	1,30	*
Grego	1,39	*
Soja	12,76	10,67
Girassol	11,94	5,98

*Amostras não submetidas ao aquecimento em estufa por 45 min (E45). Aquecimento em estufa a 180ºC.

Tabela 4-3: Aumento absoluto do índice de peróxido (IP) ao final do aquecimento em estufa por 30 horas, 45 min (E45) e em fritura por 45 min (F45).

Amostras	Modo e tempo de aquecimento	
	Aumento relativo (Cru/30h)	**Aumento relativo (Cru/E45)**
Brasileiro	145%	58%
Português	29%	-24%
Espanhol 1	169%	181%
Espanhol 2	54%	145%
Italiano	23%	*
Grego	17%	*
Soja	266%	222%
Girassol	232%	162%

*Amostras não submetidas ao aquecimento em estufa por 45 min (E45). Aquecimento em estufa a 180ºC.

Tabela 4-4: Aumento relativo do índice de peróxido (IP) ao final do aquecimento em estufa por 30 horas, 45 min (E45) e em fritura por 45 min (F45).

Do ponto de vista do aumento absoluto e relativo, merece destaque o azeite português que apresentou uma redução do IP, mostrando que ocorre a degradação de uma parte dos hidroperóxidos antes de finalizar os 45 minutos. Importante estar atento com este valor negativo de evolução do IP para não gerar uma má interpretação, pois o

que ocorre é que a formação dos compostos secundários da oxidação do óleo superou a degradação dos hidroperóxidos. Merece destaque o óleo de soja que apresentou pior desempenho no aquecimento em estufa por 30 horas, lembrando que o IP no óleo de soja apresentou uma redução a partir de 10 horas. Importante ressaltar que na análise de IP o mais importante é acompanhar evolução deste índice ao longo de todo o aquecimento e não analisar somente a amostra *in natura* e o último tempo de aquecimento. Um exemplo deste fato são os valores do aumento absoluto e relativo dos azeites grego e italiano em 30 horas de aquecimento em estufa, pois estas amostras apresentaram queda do IP já em 10 horas de aquecimento, justificando seus baixos valores do aumento absoluto e relativo. Este raciocínio é válido para todas aquelas amostras que apresentaram redução do IP ao longo do aquecimento.

Em relação à análise do IP, o azeite português foi aquele que sofreu menos influência dos processos de aquecimento em estufa por tempos prolongados, além de não ter apresentado diferença significativa no valor de IP em 10 horas de estufa e melhor evolução do aumento de IP em estufa por 30 horas, não apresentando redução do seu valor de IP em nenhum momento. O óleo de soja foi a amostra que apresentou maior influência dos processos de aquecimento, apresentando maior IP nos primeiros e últimos momentos no aquecimento em estufa por tempos elevados.

Determinação dos ácidos graxos

Na Tabela 4-5, estão apresentados os resultados para composição dos principais ácidos graxos das amostras de azeite de oliva extravirgem e de óleo refinado de soja e de girassol, nas condições sem aquecimento, bem como percentuais de ácidos graxos saturados (AGS), de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI).

Amostras	Ácidos Graxos								
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	AGS	AGMI	AGPI
Brasileiro	14,80 ± 0,04	1,88 ± 0,05	1,38 ± 0,01	72,17 ± 0,08	7,18 ± 0,04	0,56 ± 0,00	16,81	74,05	8,97
Português	11,27 ± 0,04	0,95 ± 0,01	3,27 ± 0,00	76,58 ± 0,03	6,63 ± 0,01	0,63 ± 0,00	14,54	77,53	7,26
Esapnhol 1	10,94 ± 0,04	0,83 ± 0,06	3,04 ± 0,01	77,15 ± 0,20	7,10 ± 0,10	0,56 ± 0,05	13,98	77,98	7,66
Espanhol 2	10,52 ± 0,02	1,08 ± 0,01	3,13 ± 0,01	74,95 ± 0,05	8,48 ± 1,87	0,91 ± 0,02	13,65	76,03	9,39
Italiano	9,76 ± 0,07	0,70 ± 0,02	2,84 ± 0,00	76,66 ± 0,01	7,60 ± 0,02	0,86 ± 0,00	12,60	77,36	8,46
Grego	9,63 ± 0,05	0,87 ± 0,00	3,06 ± 0,00	75,65 ± 0,02	8,16 ± 0,00	0,83 ± 0,00	12,69	76,52	8,99
Soja	11,86 ± 1,75	0,13 ± 0,07	4,10 ± 0,08	24,90 ± 0,11	54,74 ± 2,20	6,59 ± 0,98	15,96	25,03	58,98
Girassol	5,49 ± 0,07	0,08 ± 0,00	3,47 ± 0,00	32,48 ± 0,03	57,14 ± 0,04	0,13 ± 0,00	8,96	32,56	57,27

Valores expressos em média ± desvio padrão. AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poliinsaturados.

Tabela 4-5: Composição dos principais ácidos graxos dos azeites de oliva extravirgem e de óleos de soja e de girassol, sem aquecimento.

Foram identificados seis ácidos graxos predominantes presentes no azeite de oliva extravirgem: ácido oleico (C18:1) de 72,17% a 77,15%; linoleico (C18:2) de 6,63% a 8,48%; esteárico (C18:0) de 1,38% a 3,27%; palmitoleico (C16:1) de 0,70% a 1,88%; linolênico (18:3) de 0,56% a 0,91%; palmítico (C16:0) de 9,63% a 14,80%. Os óleos de soja e de girassol contêm valores bem inferiores de ácido oleico em comparação com os azeites de oliva; seu ácido graxo predominante é o linoleico (C18:2).

O teor de ácidos graxos monoinsaturados foi superior aos das demais classes de ácidos graxos nas amostras de azeite de oliva. Os teores dos ácidos graxos dos azeites de oliva extravirgem do presente trabalho encontram-se semelhantes em comparação com outros estudos e estão de acordo com a legislação (BRASIL, 2012).

A Tabela 4-6 a seguir apresenta valores dos ácidos graxos de azeite de oliva de alguns estudos, assim como os limites de ácidos graxos para azeites de oliva extravirgem presente na legislação nacional (BRASIL, 2012).

Ácidos Graxos	**Símbolo**	**Sales (2005)**	**Chiavaro (2008)**	**Bester (2007)**	**Legislação (BRASIL, 2012)**
Palmítico	C16:0	14,19	11,80	13,80	7,50 - 20,0
Esteárico	C18:0	2,40	3,10	2,83	0,50 - 5,00
Palmitoléico	C16:1	0,79	0,80	1,53	0,30 - 3,50
Oléico	C18:1	72,16	75,10	73,00	55,00 - 83,00
Linoléico	C18:2	10,03	6,90	7,96	3,50 - 21,00
Linolênico	C18:3	0,42	0,77	0,77	<0,9

Tabela 4-6: Teores de ácidos graxos em azeites de oliva extravirgem deste trabalho de estudos anteriores e os limites para a legislação nacional.

Comparando os teores dos ácidos graxos dos azeites de oliva do presente trabalho (Tabela 4-5) e os teores dos ácidos graxos das literaturas mencionadas acima (Tabela 4-6), é possível concluir que os teores são bem próximos, além de estarem de acordo com o que a legislação preconiza.

Os ácidos graxos presentes nos azeites de oliva e nos óleos vegetais refinados sofreram alterações quando submetidos ao aquecimento. A Figura 4-3 e apresenta as alterações dos ácidos graxos nos ensaios de aquecimento em estufa por 10, 20 e 30 horas.

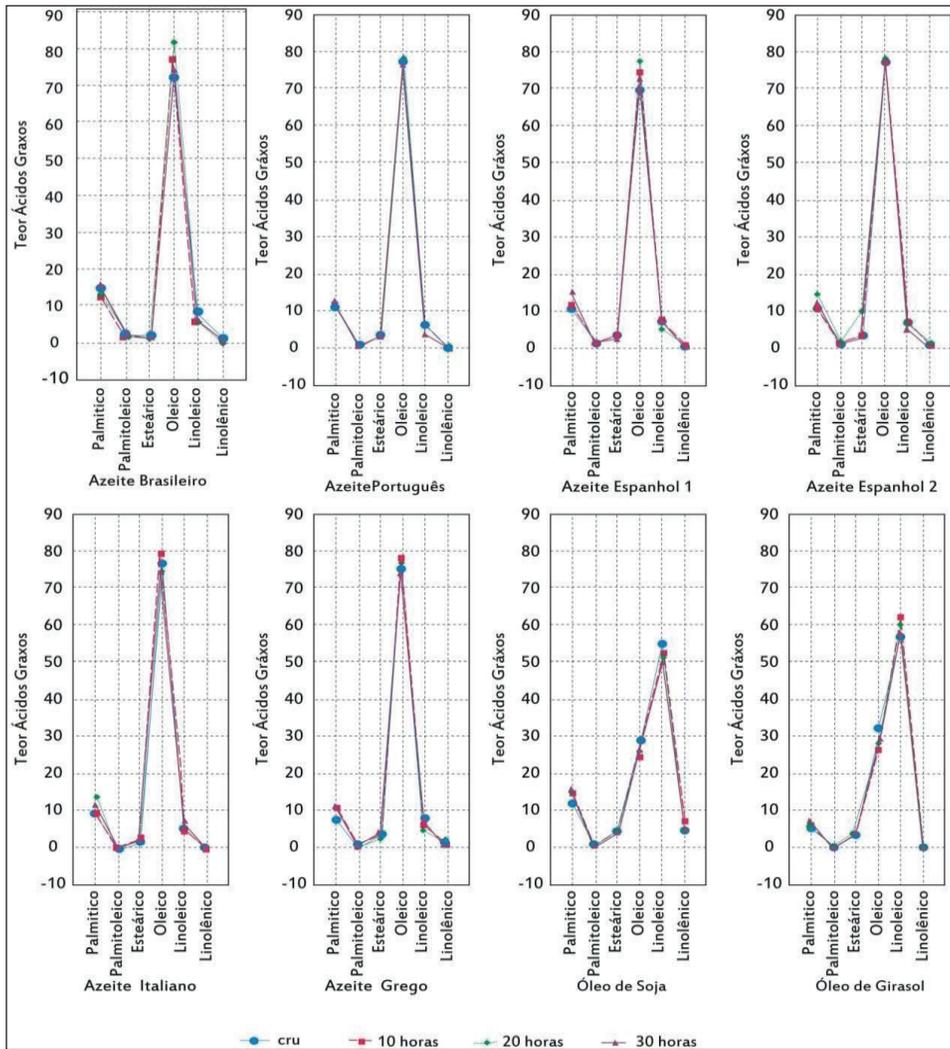



Figura 4-3: Comportamento dos ácidos graxo das amostras de azeite de oliva extravirgem e óleos de soja e de girassol em aquecimento por estufa a 180ºC durante 10, 20 e 30 horas.

A composição dos ácidos graxos nos óleos vegetais e azeites de oliva apresentaram alterações nas quantificações dos ácidos graxos frente ao aquecimento. A concentração do ácido oleico nas amostras de azeite de oliva *in natura* ficou em torno de 72% a 77%. Houve alterações estatisticamente significativas (P<0,05) do ácido oleico nas amostras de azeites frente aos processos de aquecimento, porém em termos numéricos, esta alteração não fui muito elevada, levando em consideração a alta concentração deste ácido graxo. Conforme na Tabela 4-5, a sua concentração ficou na faixa de 70-80%, apresentando a mesma faixa de concentração nas amostras sem aquecimento. Isto mostra a estabilidade deste ácido graxo frente aos processos de aquecimento.

Os ácidos graxos insaturados (C18:1, C18:2 e C18:2) apresentaram alterações estatisticamente significativas (P<0,05) nos aquecimentos. Pelas concentrações em valores absolutos dos ácidos graxos linoléico (C18:2) e do linolênico (C18:3) na maior parte das amostras serem muito baixas, em comparação com o 18:1, fica mais perceptível as alterações relacionadas as degradações relativas. Portanto, os ácidos graxos C18:2 e C18:3 apresentaram maiores alterações, principalmente no aquecimento em estufa por longo período de tempo (30 horas), com exceção nos óleos de soja e girassol, em que está alteração foi menor na soja em comparação com o aquecimento em estufa por 45 min (E45) e igual no óleo de girassol com o aquecimento em estufa (E45). Diante o aquecimento E45, o azeite espanhol 2 apresentou maior redução do ácido graxo C18:2 e os azeites português e brasileiro se destacaram apresentando menores reduções do ácido graxo C18:3.

É esperado a estabilidade do ácido graxo oleico (18:1) em comparação com os outros dois ácidos graxos insaturados (C18:2 e C18:3). Isto é possível devido ao fato de possuir apenas uma insaturação em sua cadeia carbônica, exigindo mais energia para o rompimento do mesmo, e com isto se tornando mais estável (FAROOSH, 2012).

Diante à análise de determinação dos ácidos graxos, os azeites brasileiro e português apresentaram menores alterações e o azeite espanhol 2 maiores alterações do ácido graxo linoleico (C18:2) no aquecimento em estufa por 45 min (E45). Os óleos de girassol e de soja apresentaram maiores alterações do ácido graxo linolênico (C18:3) na mesma condições de aquecimento acima. O óleo de soja apresentou menor degradação do ácido linolênico (C18:3) em estufa por 30 horas, além de ter sido menor em relação a outro aquecimento (E45).

CONCLUSÕES

A caracterização química dos azeites de oliva extravirgem e dos óleos vegetais refinados de soja e girassol, submetidos aos processos de aquecimento por estufa a 180ºC por 45 minutos (E45), 10, 20 e 30 horas e fritura com batatas inglesas, a mesma temperatura, por 15, 30 e 45 minutos (F45), permite concluir que:

- Dentre as amostras avaliadas, os azeites brasileiro e português apresentaram maior estabilidade nos dois processos de aquecimento (180°C em estufa por tempos prolongados e fritura), no índice de acidez, de peróxido, de p-anisidina e no valor total de oxidação. Consequentemente, nestas amostras, ocorrem menores formações de compostos primários e secundários da oxidação. Os óleos vegetais refinados de soja e de girassol apresentaram piores desempenhos no índice de acidez e de p-anisidina nos dois processos de aquecimento (180°C em estufa por tempos prolongados e fritura), sendo o óleo de soja apresentando pior desempenho no índice de peróxido e no valor total de oxidação. O azeite grego apresentou desempenho semelhante ao azeite italiano, no índice de acidez no aquecimento em estufa.

Comparando o aquecimento por estufa e processo de fritura por 45 min a 180°C (E45 e F45), é possível concluir maiores valores da acidez e peróxido em F45, diferente na análise de p-anisidina que apresentou maior valor em E45.

- Em acordo com os dados apresentados na literatura, dentre os ácidos graxos majoritários no azeite de oliva, o ácido oléico apresentou estabilidade diante aos aquecimentos (mantendo a concentração entre 70-80%), enquanto houve maior degradação dos ácidos graxos poliinsaturados (linoleico e linolênico), onde o azeite brasileiro e português apresentaram menores alterações do linoleico em estufa e fritura a 180°C por 45 min (E45 e F45) e azeite espanhol 2 maiores alterações. Em relação ao ácido graxo linolênico, os óleos de soja e girassol apresentaram maiores alterações em estufa e fritura a 180°C por 45 min (E45 e F45), porém o óleo de soja apresentou menor alteração do mesmo ácido graxo no aquecimento em estufa por tempos prolongados.

O presente trabalho confirma que tanto os azeites quando os óleos vegetais refinados são sensíveis a temperaturas elevadas, principalmente por tempos prolongados, porém há diferenças significativas entre os azeites de oliva de diferentes regiões de produção, uma vez que os azeites (português e brasileiro) se apresentam mais estáveis que os óleos vegetais frente a maioria dos parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

ANGELIS, R.C. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. Arquivos Gastroenterologia, v. 38; n. 4; p. 269- 71, 2001

ANTONIASSI, R.; REREIN, D. A.; ROSA, R. Avaliação das características de identidade e qualidade de amostras de azeite de oliva. Brazilian Journal Food Technology, v. 1, n. 1,2; p. 32-43, 1998.

AOCS. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official methods and recommended practices oh the American Oil Chemists' Society. 5. ed. Champaign, IL, 2004.

AUED-PIMENTEL, S.: TAKEMOTO, E.; MINAZZI-RODRIGUES, R. S.; BADOLATO, E. S. G. Azeite de oliva: incidência de adulteração entre os anos de 1993 a 2000. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 61; n. 2; p. 69-75, 2002.

BENEDICO, E. C.; PÉREZ, C. A.; MARTINEZ, D. S. Aceite de oliva virgin: Qué debe saber el professional de atención Primaria. Centro de Salud: Temas de Hoy Zaragoza, p. 391-95, 2002.

BESTER, E.; BOJAN, B.; MIKLAVCIC, M.; GOLOB, T. Chemical changes in extra virgin olive oils from Slovenian Istra after thermal treatment. Food Chemistry, v. 77, n. 3, 2007.

BEVILACQUA, Marselle R. et al . Hiperlipidemias e fatores dietéticos: estudo transversal entre nipo-brasileiros. Arq Bras Endocrinol Metab, São Paulo, v. 51, n. 4, June 2007.

BLÁZQUEZ, J. M. Encliclopedia Mindial del Olivo. 2006

BOSKOU, D.; BLEKAS, G.; TSIMIDOU, M. *Olive Oil Chemistry and Tecnology.* Thessaloniki, Greece: AOCS Press, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012, Brasil. Diário Oficial da União, nº 23, seção 1. ISSN 1677-7042.

BRUNETON, J. Elementos de fitoquímica e de farmacognosia, p. 564, Zaragoza: Acribia, 1991.

CALVO, P.; CASTAÑO, A. L.; MERCEDES, L..; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. Influence of the microencapsulation on the quality parameters and shelf-life of extra-virgin olive oil encapsulated in the presence of BHT and different capsule wall components. Food Research International, v. 45, n. 1, 256-261, 2012.

CHIAVARO, E et al. Microwave heating of different commercial categories of olive oil: Part II. Efect on thermal properties. Food Chemistry, v. 115; p. 1393-1400, 2009.

CHIAVARO, E. et al. Differential scanning colorimetry: Apotencial tool for descrination of olive oil commercial categories. Analytica Chimica Acta, v. 62; p. 215- 26, 2008.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – FAO/WHO. Codex Standard for olive oil, virgin and refined and for refined olive-pomacem oil. CODEX STAN 33-1981 (Rev. 1-1989). Roma: Secretariat of the Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, v. 8, p. 25-39, 2009.

COSTA, N. M. B.; BORÉM. A**.** Biotecnologia e nutrição: saiba como o DNA pode enriquecer os alimentos. Nobel, p. 214. São Paulo, 2003.

COULATE, T. P. Alimentos: A química de seus componentes. Artmed, 3. ed. Porto Alegre, 2004.

FARHOOSH, R. et al. Olive oil oxidation: rejection points in terms of polar, conjugated diene and carbonyl values. Food Chemistry, 131, 1385-90, 2012.

GARCIA, R. W. D. Dieta mediterrânea: inconsistência ao se preconizar modelos de dieta. Caderno de Debates, v. 8, p. 28-36. UNICAMP – São Paulo, 2001.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A.S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. Revista de Nutrição, v. 19, n. 5, 2006.

GUNSTONE, F.D. The chemistry of OILS and Fats – Sources, Composition, Properties and Uses. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, CRC Press, ch. 1, 5, 6, 7, 2004.

HAMILTON, R.J. The chemostry of tancifity in foods. In: ALLEN, J.C, HAMILTON, R.J. Rancidity in foods. 3 ed. London: Blackie Academic & Professional, 1994.

HAMMOND, E.G. Soybean Oil, In: SHAHIDI, F. (Ed). Bailey's Industrial Oil and Fat Products, ed. 6, v.2. Hoboken: Wiley-Interscience, 2005.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Laboratory Practice, London, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Azeite de Oliva II Abril, 2000. Disponível em: <www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 19/06/2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

IOC. International Olive Council. Areas of activity, 2011. Disponível em: www.internationaloliveoil.org

JORGE, N.; SOARES, B.B.P.; LUNARDI, V.M.; MALACRIDA, C.R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. Quimica Nova, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

JÚNIOR, S. Caracterização físico-química, qualidade e estabilidade oxidativas do óleo de Dipteryx alata vog. (Baru). Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, 2010.

KOCHEVAR, I.E. Photosensitized production of single oxygen. Methods Enzymol., v. 319, p-20-8, 2000.

KRAUSE, L. K. ; STUMP, S. E. Alimentos, nutrição & dietoterapia. 11a. ed. São Paulo: Rocca, 2005.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. Revista de Nutrição, v. 13, n. 2, p. 73-80. Campinas, 2000.

LUCHETTI, Fausto. Introducción al studio del aceite de olive: In: Manual del aceite de oliva: Madrid: Mundi-Prensa, p.13-32, 2003.

LUTZ, A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Vol. 1). São Paulo: IMESP., 1985.

MALHEIRO, R.; OLIVEIRA, I.; VILAS-BOAS, M.; FALCÃO, S.; BENTO, A.;

PEREIRA, J. A. Effecr of microwave heating with different expouse times on physical and chemical parameters of olive oil. Food and Chemical Toxicology, v. 1, n. 172, p. 5301-855, 2009.

MARGARI, M. T.; OKOGERI, O. Simultaneous determination of phenolic compounds and tocopherols in virgin oil using HPLC and UV detection. Food Chemistry, v. 74, p. 377-83, 2001.

MIN, D.B.; BOFF, J. M. Lipid oxidation of edible oil. In: AKOH, C. C., MIN, D. B. Food lipids, New Yourk: Marcel Dekker, p. 335-63, 2002a.

MISTRY, B.S. Prooxidant effects of monoglycerides and diglycerides in soybean oil. Journal Food Science, v. 53, p. 1896-1897, 1988.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais, p. 150. São Paulo: Varela, 1998.

NOGALA-KALUCKA, M. Changes in anioxidantion activity and free radical scavenging potencial of Rosemary extract and tocopherols in isolated repeseed oil triacylglicerols during accelarated tests. Food Chemistry, v. 93, p. 227-235, 2005.

OLIVEIRA, A. F..; ANTUNES, L. E. C.; SCHUCH, M. W. Caracterização morfológica de cultivares de oliveira em coleção e considerações sobre seu cultivo no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 55-62, 2006.

OLIVEIRA, A.; VIEIRA, J.; GONÇALVES, E.; VILLA, F.; OLIVEIRA, L. Parâmetros físico-quimicos dos primeiros azeites brasileiros extraídos em Maria da Fé, Minas Gerais. Scientia Agraria , p. 255-261, 2010.

OLIVEIRA, C. G. Proposta de modelagem transiente para a clarificação de óleos vegetais – experimentos cinéticos e simulação do processo industrial. 2001. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis-SC, 2001.

PEIXOTO, E.R.M.; SANTANA, D.M.N.; ABRANTES, S. Avaliação dos índices de identidade e qualidade do azeite de oliva: Proposta para atualização da legislação brasileira. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, n. 4, p. 363-470, 1998.

PERCUSSI, L. Azeite: história, produtores e receitas. 2a. ed. São Paulo: Senac, 2007.

PEREIRA, S. E. Os benefícios do óleo de canola como alimento funcional na dieta usual. Nutrição em Pauta, v. 66, p. 19-25, 2004.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidants used in oils, fats and fatty foods. Química Nova, v. 29, n. 4, 2006.

REDA, S. Y. Estudo comparativo e óleos vegetais submetidos a estresse térmico. Dissertação, 2004. Mestrado em Avaliação Tecnológica de Matérias-primas. Departamento de Engenharia de Alimentos. Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. Revista Brasileira Medicina no Esporte, v. 8, n. 6, p. 244-54. São Paulo, 2002.

SANTOS, M. A influência da utilização de gás inerte na estabilidade oxidativa dos azeites virgens nos depósitos de armazenamento. U.T.L., I.S.A., Lisboa: Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar – Tecnologia dos Produtos VegetaL, 2009.

SCHAICH, H. M. Lipid oxidation: Theoretical Apexts. In: SHAHIDI, F. (Ed). Bailey's Industrial Oil and Fat Production. 6 ed, v. 1. Haboken: Wiley-Interscience, ch.1, p. 1-5, 2005.

SHILLS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9ª. ed. São Paulo: Manole; 2003.

SIKORSKI, Z.E.; KOLAKOWSKA, A. Chemical and functional properties of food lipids. Boca Raton: CRC Press, ch. 1, 4, 8, 9, 11, 2003.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTRO, S. Meat fats in nutrition. Meat Science, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

VELASCO, J. et al. Formation of short-chain glycerol-bound oxidation products and oxidized monomeric triacylglycerols during deep-frying and occurrence in used frying fats. European Journal of Lipid Science and Technology, v. 106, n. 11, p. 728-35, 2004b.

VISIOLI, F.; GALLI, C. Biological properties of olive oil phytochemicals. Critical Reviews Food Science and Nutrition, v. 42, n. 3, p. 209-21, 2002

WAITZBERG, D. L. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**.** 3. ed., p. 1858. São Paulo: Atheneu, 2000.

CAPÍTULO 8

LEVEDURAS SELVAGENS NA PRODUÇÃO DE VINHOS: EXPLORAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Data de aceite: 01/02/2024

Luíza Brito Campos
Universidade Federal de Viçosa - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Viçosa - MG.
http://lattes.cnpq.br/9702385152473372
https://orcid.org/0000-0001-7415-7623

RESUMO: A presença do vinho na história humana, estendendo-se por cerca de 7.000 anos, transcende sua natureza como bebida alcoólica. Desempenhando um papel vital em diversas culturas, tornou-se símbolo de celebração e união social. Além das raízes culturais, o vinho assume relevância econômica crucial, prosperando em regiões dedicadas à viticultura, gerando redes interconectadas e impulsionando o turismo. Apesar da longa história e influência global, o vinho oferece oportunidades não exploradas, especialmente na microbiologia e fermentação. A diversidade de leveduras selvagens em diferentes regiões influencia a qualidade e as características sensoriais do vinho. Estudar essas regiões pode revelar leveduras nativas com características enológicas distintas, mantendo as características locais. A região de Catas Altas, Brasil, reconhecida por tradições vinícolas, mantinha muitos aspectos não documentados. Explorar a diversidade microbiana dessa região poderia resultar em inovações na produção de vinho, contribuindo para o avanço científico e aprimorando a qualidade dos vinhos locais. A co-fermentação de leveduras selvagens emerge como estratégia promissora. Inoculação simultânea ou sequencial de diferentes cepas desencadeia a produção de compostos únicos durante a fermentação. Em conclusão, a incorporação de leveduras selvagens oferece oportunidades para diversificar sabores. Com isso, o vinho, para além de sua relevância cultural, econômica e social, mantém-se como um terreno promissor para inovações, especialmente em regiões que ainda não foram totalmente exploradas.

PALAVRAS-CHAVE: Produção de vinho, Enologia, Terroir, Diversidade Microbiana, Inovação Enológica.

WILD YEAST IN WINE PRODUCTION: EXPLORATION FOR THE DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS

ABSTRACT: The presence of wine in human history, spanning approximately 7,000 years, transcends its nature as an alcoholic beverage. Playing a vital role in various cultures, it has become a symbol of celebration and social unity. Beyond cultural roots, wine assumes crucial economic relevance, thriving in regions dedicated to viticulture, creating interconnected networks, and driving tourism. Despite its long history and global influence, wine offers unexplored opportunities, especially in microbiology and fermentation. The diversity of wild yeasts in different regions influences the quality and sensory characteristics of wine. Studying these regions can reveal native yeasts with distinct oenological characteristics, preserving local traits. The region of Catas Altas, Brazil, recognized for its winemaking traditions, had many undocumented aspects. Exploring the microbial diversity of this region could result in innovations in wine production, contributing to scientific advancement and enhancing the quality of local wines. Co-fermentation of wild yeasts emerges as a promising strategy. Simultaneous or sequential inoculation of different strains triggers the production of unique compounds during fermentation. In conclusion, the incorporation of wild yeasts offers opportunities to diversify flavors. In light of this, wine, extending beyond its cultural, economic, and social importance, continues to stand as a promising frontier for innovations, especially in regions that remain largely unexplored.
KEYWORDS: Wine production, Oenology, Terroir, Microbial diversity, Enological innovation.

INTRODUÇÃO

Com uma presença na história humana que se estendia por cerca de 7.000 anos, o vinho transcendia sua simples natureza como uma bebida alcoólica para se tornar uma mercadoria de inestimável valor estratégico, econômico e social (Gómez *et al.*, 2019). Ao longo dos milênios, o vinho desempenhou um papel vital nas culturas de diversas civilizações, consolidando-se como um símbolo de celebração, espiritualidade e união social. Sua produção e apreciação não só alimentaram tradições enogastronômicas ricas, mas também permearam as expressões artísticas, literárias e culturais de sociedades ao redor do mundo (Andrade-Suárez *et al.*, 2020).

Para além de suas raízes culturais, o vinho assumiu um papel de importância econômica crucial. Regiões inteiras prosperaram em torno da viticultura e da produção de vinho, criando uma rede interconectada de vinícolas, agricultores e empresas relacionadas. Essas regiões frequentemente se transformaram em destinos turísticos, atraindo visitantes de todo o mundo, contribuindo significativamente para as economias locais e facilitando a troca cultural (Onofri *et al.*, 2022).

No entanto, apesar da longa e rica história do vinho e da influência duradoura que ele exerceu nas culturas globais, ainda existiam possibilidades não exploradas. Isso era especialmente verdadeiro ao considerar o potencial de inovação nas áreas de microbiologia e fermentação (Liu *et al.*, 2020). A diversidade de leveduras selvagens presentes em diferentes

regiões geográficas podia influenciar significativamente a qualidade e as características sensoriais do vinho resultante. Aprofundar o estudo dessas regiões podia revelar leveduras nativas com características enológicas distintas, capazes de imprimir ao vinho uma paleta diversificada de aromas, sabores e perfis sensoriais. A utilização dessas leveduras nativas na produção vinícola oferecia a garantia de manutenção das características locais e a oportunidade de criar vinhos premium, que, por sua singularidade, podiam elevar essas regiões no cenário global e enriquecer sua reputação na indústria do vinho (Carlin *et al.*, 2019). Além disso, o conceito de co-fermentação de leveduras selvagens de diferentes regiões emergia como uma estratégia promissora para criar novas bebidas fermentadas. Essa técnica envolvia a inoculação simultânea ou sequencial de diferentes cepas, ou espécies microbianas, desencadeando a produção de compostos únicos resultantes da interação entre os microrganismos durante a fermentação (Forino *et al.*, 2020).

A região de Catas Altas, no Brasil, era reconhecida por suas tradições vinícolas. No entanto, apesar de sua relevância para a economia local e nacional, muitos aspectos dessas regiões, como suas matérias-primas, processos de produção e produtos, permaneciam não documentados ou estudados. O conhecimento oculto nessas regiões representava um potencial inexplorado, uma área que, se devidamente pesquisada e compreendida, podia resultar na produção de novos produtos na indústria do vinho. Portanto, esta pesquisa visou explorar a diversidade microbiana da região vinícola de Catas Altas, investigando as potenciais oportunidades de inovação na produção de vinho. Considerando o impacto cultural, econômico e social do vinho, nossa investigação visou contribuir para o avanço do conhecimento científico nesta área e elevar ainda mais a qualidade e a diversidade dos vinhos produzidos nessas diferentes regiões (Fontana *et al*., 2019).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

História e significado do vinho

A história do vinho remonta há tempos pré-históricos, com as evidências mais antigas de produção datando de cerca de 7000 a.C., na região da Mesopotâmia, correspondente ao atual Iraque. Civilizações antigas, como os sumérios, egípcios e babilônios, reconheciam o valor do vinho e o incorporavam em suas vidas diárias e rituais religiosos, considerando-o uma dádiva divina e um elixir de saúde (Harutyunyan *et al*.,2022).

O vinho continuou a desempenhar um papel significativo nas culturas grega e romana, onde era apreciado tanto por suas propriedades organolépticas quanto por seu significado cultural. A produção de vinho prosperou durante o Império Romano, que estabeleceu vinhas em toda a Europa. Durante a Idade Média, os mosteiros europeus assumiram a responsabilidade de preservar a tradição da produção de vinho, usando-o em rituais religiosos e mantendo o conhecimento da viticultura e vinificação (Pratt *et al.*,2021).

Este produto, também desempenha um papel essencial na gastronomia regional. Em muitas culturas, ele é usado para realçar os sabores de pratos típicos e complementar refeições, criando uma experiência sensorial. Dessa forma, a indústria do vinho é um motor econômico significativo em muitas regiões. (Crespi-Vallbona *et al.*,2020). Onde também detém um papel fundamental na economia, gerando empregos diretos e indiretos em todo o mundo. Além da produção de vinho em si, essa indústria abrange atividades como viticultura, enologia, distribuição, turismo enológico e restaurantes especializados em vinho. Essas áreas interligadas proporcionam uma ampla gama de oportunidades de emprego, desde agricultores e trabalhadores de vinícolas até *sommeliers* e profissionais de *marketing*. O vinho também impulsiona o turismo, atraindo visitantes para regiões vinícolas, beneficiando não apenas a indústria do vinho, mas também hotéis, restaurantes e lojas locais. No contexto econômico em que o vinho se posiciona como um ativo de relevância, é de suma importância aprofundar-se na diferença entre vinificação natural e métodos industriais. Enquanto a economia vinícola se beneficia da eficiência proporcionada por técnicas industriais, como a seleção controlada de leveduras e a uniformidade resultante, a ascensão do vinho selvagem destaca uma abordagem menos convencional, priorizando a fermentação espontânea e a expressão singular do *terroir* (Novotiná *et al.,* 2019).

A distinção entre vinho selvagem e vinho industrial reside nos métodos distintos de vinificação, refletindo abordagens contrastantes na manipulação da fermentação e no controle do processo. O vinho selvagem, caracterizado pela vinificação natural, utiliza leveduras endógenas presentes na uva e no ambiente, permitindo uma fermentação espontânea. Em contrapartida, o vinho industrial adota práticas mais controladas. Leveduras selecionadas são introduzidas para garantir uma fermentação consistente, enquanto o processo é estritamente regulado em termos de temperatura e aditivos. Este enfoque visa a uniformidade na produção em larga escala, proporcionando estabilidade e previsibilidade nos resultados. Na Figura 1 abaixo, um fluxograma que delineia o processo detalhado de produção industrial de vinho tinto, branco e espumante, contrastando com a abordagem mais espontânea e não convencional do vinho selvagem. Estes indicados na Figura 2.

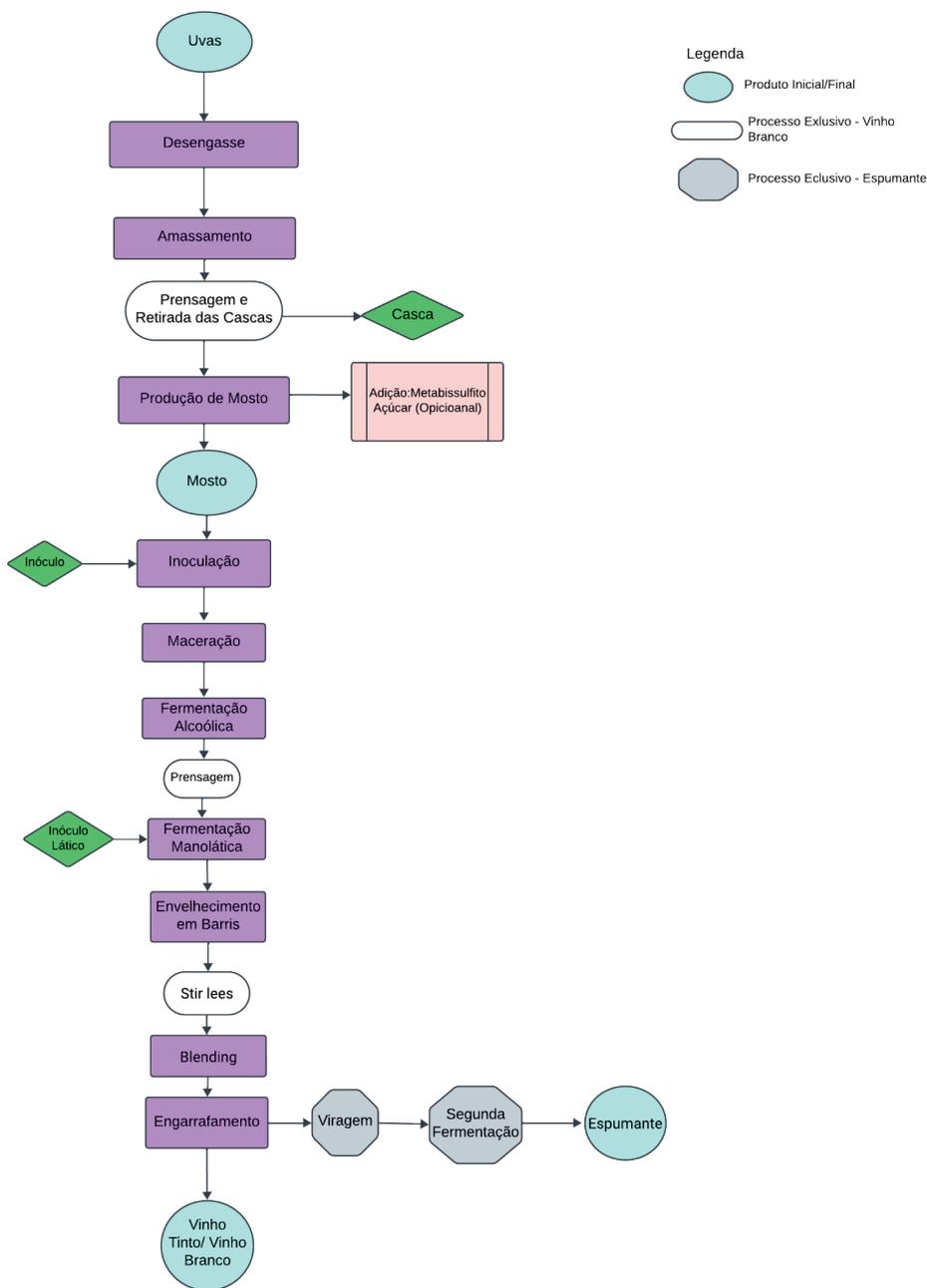



Figura 1. Fluxograma de Produção de Vinho Tinto, Branco e Espumante.

Fonte. Autor, 2023

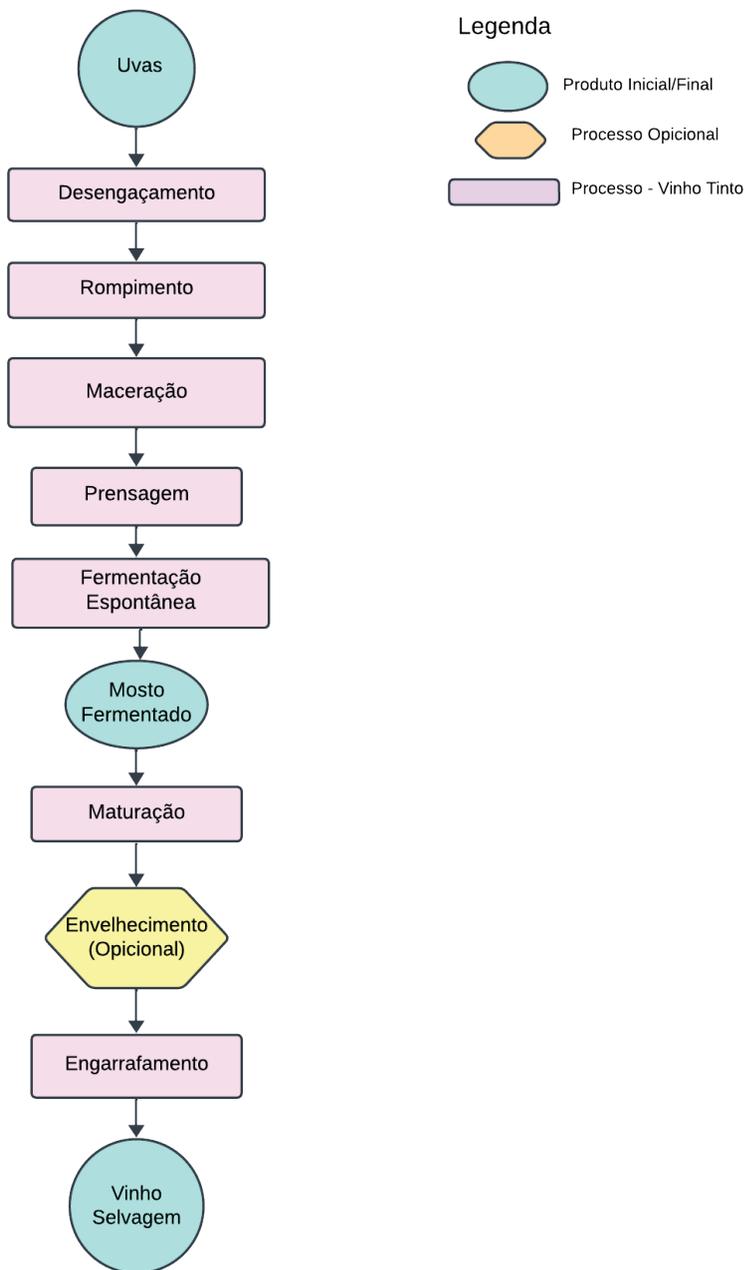



Figura 2. Fluxograma de Produção de Vinho Selvagem

Fonte. Autor, 2023

Potencial de inovação na região de Catas Altas

A região de Catas Altas, localizada no estado de Minas Gerais, Brasil, está emergindo como um destino vinícola distinto com características singulares. Sua história vinícola é relativamente jovem em comparação com regiões europeias tradicionais, mas suas oportunidades de crescimento e inovação são significativas. Em termos históricos, a produção de vinho em Catas Altas remonta há algumas décadas, mas ganhou destaque recentemente. Sua ascendência na produção de vinhos finos é notável, uma vez que a região tem explorado seu *terroir* específico com altitudes elevadas e solos ricos em minerais. O clima subtropical de altitude, caracterizado por amplitudes térmicas significativas entre o dia e a noite, contribui para o amadurecimento lento e equilibrado das uvas. Assim, a indústria vinícola de Catas Altas tem se especializado na produção de variedades viníferas como *Syrah, Cabernet Sauvignon*, *Merlot* e *Chardonnay*. No entanto, identificar as lacunas de conhecimento nas variedades de uvas mais adequadas ao *terroir* local é uma área de pesquisa em evolução. Isso pode levar à descoberta de uvas autóctones que prosperam nas condições específicas de Catas Altas. Em termos de inovação, a região está investindo na modernização de suas vinícolas e na implementação de práticas de vinificação de alta qualidade. A sustentabilidade ambiental é uma preocupação crescente, com a possibilidade de adotar técnicas de agricultura orgânica e de minimização de resíduos. Além disso, a exploração de métodos de vinificação mais modernos, como a fermentação controlada por temperatura e a utilização de barricas de carvalho, pode elevar a qualidade e a complexidade dos vinhos produzidos em Catas Altas (Ferreira *et al.*,2017).

Microbiota endógena de vinhos selvagens

A microbiota enológica compreende uma complexa comunidade de microrganismos que desempenham um papel essencial nos processos de fermentação e maturação do vinho. Além das leveduras, inclui bactérias lácticas, acéticas e outros fungos, cada um contribuindo de maneira específica para a evolução do vinho (Qiu *et al.*, 2021).

As leveduras são os protagonistas, transformando os açúcares presentes no mosto em álcool e dióxido de carbono. A espécie de levedura *Saccharomyces cerevisiae* é frequentemente usada na fermentação controlada, mas em vinificações naturais ou espontâneas, uma ampla variedade de leveduras selvagens também pode estar envolvida, adicionando complexidade ao perfil aromático e de sabor do vinho (Li *et al.*,2019).

A indústria vinícola, historicamente fundamentada em métodos tradicionais e na predominância de leveduras convencionais, está atravessando uma revolução marcante com a incorporação de leveduras não convencionais e outros microrganismos inovadores no processo de fermentação. Entre os gêneros primários adotados, incluem-se *Brettanomyces* spp*., Hanseniaspora* spp*., Pichia* spp., além de microrganismos emergentes como *Torulaspora delbrueckii, Lachancea thermotolerans*, e *Metschnikowia pulcherrima.* Esses

microrganismos desencadeiam uma cascata metabólica resultando na produção de uma variedade de compostos, tais como ésteres, fenóis, terpenos, glicoconjugados, e derivados tiólicos, conferindo propriedades sensoriais distintas aos vinhos, suscetíveis a manipulação específica pelos enólogos (Guzzon *et al.,* 2018).

Fermentos comerciais, baseados em leveduras não-*Saccharomyces*, têm se destacado como catalisadores na transformação da vinificação moderna. Essas cepas não convencionais são estrategicamente empregadas para modular e aprimorar os perfis sensoriais dos vinhos de forma precisa e controlada. A co-inoculação sinérgica de leveduras não-*Saccharomyces,* como *Torulaspora delbrueckii,* com a *Saccharomyces cerevisiae,* representa uma estratégia eficaz para ampliar a complexidade aromática dos vinhos. Essa abordagem resulta na síntese de metabólitos secundários, tais como ésteres e terpenos, contribuindo para características sensoriais frutadas e florais (Rollero *et al.*, 2021).

Em regiões vinícolas onde a acidez é um fator crítico, a integração de leveduras não-*Saccharomyces,* como a *Lachancea thermotolerans,* tem apresentado notável capacidade de metabolizar o ácido málico, promovendo a redução da acidez total dos vinhos e, consequentemente, otimizando o equilíbrio ácido-base. Além disso, cepas específicas de leveduras não-*Saccharomyces*, como a *Metschnikowia pulcherrima,* têm demonstrado habilidade para produzir polissacarídeos durante a fermentação, conferindo melhorias significativas à estrutura e textura dos vinhos, particularmente em vinhos brancos, proporcionando uma sensação de viscosidade mais pronunciada. Em resposta a uma crescente demanda por vinhos de menor teor alcoólico, algumas cepas de leveduras não-*Saccharomyces* são empregadas para fermentar açúcares parcialmente, resultando em uma redução efetiva do teor alcoólico, uma característica altamente desejada em vinhos mais leves e equilibrados (Oro *et al.*, 2019).

Em síntese, a estratégica de implementação de leveduras e microrganismos inovadores no processo fermentativo assume um papel proeminente na moldagem das características dos vinhos (Larroque *et al.,* 2020). Essa abordagem representa um ponto de inflexão na indústria vinícola contemporânea, à medida que a busca por vinhos distintos e naturais, ganha impulso. Os avanços em sequenciamento genético têm sido fundamentais para aprofundar a pesquisa sobre leveduras não convencionais, permitindo uma análise detalhada de seus genomas e características funcionais. Essas informações são importantes para a identificação, isolamento e cultivo dirigido de cepas específicas, contribuindo para uma abordagem mais precisa e personalizada na produção de vinho (Esteves *et al.*, 2019).

A diversidade de leveduras na microbiota endógena é influenciada por fatores geográficos, climáticos e culturais. Regiões vinícolas em diferentes partes do mundo abrigam populações características de leveduras selvagens, e até mesmo vinhas individuais podem ter microbiotas distintas. Por exemplo, regiões com climas mais frios podem abrigar leveduras que se adaptaram a temperaturas mais baixas, enquanto regiões

mais quentes podem ter leveduras mais resistentes ao calor. A composição do solo, a flora nativa e as práticas agrícolas também desempenham um papel na diversidade da microbiota (Aouizerat *et al.*,2019).

Uma das principais contribuições para a diversidade de vinhos disponíveis no mercado é dada pela variedade de leveduras selvagens em diferentes regiões geográficas. Assim, a influência das leveduras selvagens é tão profunda que alguns produtores optam por não realizar inoculação com leveduras comerciais, permitindo que a microbiota local dirija a fermentação. Resultando em vinhos que refletem as características do solo e do clima da região em que as leveduras foram coletadas (Mozzachiodi *et al.*, 2022).

Co-fermentação de leveduras na produção de bebidas

A co-fermentação é uma estratégia que tem ganhado destaque na produção de bebidas fermentadas, como vinho, cerveja, sidra, e até mesmo bebidas destiladas, como uísque e rum (Su *et al.*,2021). Desse modo, a co-fermentação é uma abordagem que envolve a introdução de diferentes cepas de leveduras, bactérias ou outros microorganismos em uma matriz líquida contendo açúcares fermentáveis. Esses microrganismos podem ser inoculados simultaneamente, onde todas as cepas são adicionadas ao mosto ao mesmo tempo, ou sequencialmente, onde diferentes cepas são adicionadas em momentos específicos durante o processo de fermentação (Zabukovec *et al.*, 2020).

A escolha das cepas ou espécies microbianas a serem usadas na co-fermentação depende do produto desejado e das características sensoriais pretendidas. Por exemplo, em vinificação, a co-fermentação de diferentes variedades de uvas ou a co-fermentação de uvas com outras frutas pode ser realizada para criar vinhos diferenciados. A interação entre as diferentes cepas microbianas durante o processo de co-fermentação resulta na produção de compostos complexos, que contribuem para uma ampla gama de aromas e sabores. Essa complexidade sensorial torna as bebidas mais interessantes e sofisticadas, atraindo paladares mais exigentes. Além disso, a co-fermentação permite a obtenção de equilíbrio e harmonia sensorial que pode ser desafiador de alcançar em fermentações individuais. Essa harmonização sensorial é particularmente valiosa na produção de bebidas como vinho e cerveja, onde diferentes cepas microbianas podem contribuir com características distintas. O resultado é um produto final que combina e realça o melhor de cada componente (Hu *et al.*,2017).

A técnica também oferece controle sobre a acidez e o perfil de aroma. Em alguns casos, a co-fermentação pode ser usada para converter ácidos indesejados em ácidos mais suaves, tornando a bebida mais equilibrada e agradável ao paladar. Além disso, devido à possibilidade de desenvolver aromas e sabores, criando uma assinatura sensorial distinta que diferencia o produto no mercado. Por fim, a co-fermentação impulsiona a inovação na indústria de bebidas fermentadas e diversifica a gama de produtos disponíveis.

Produtores têm a liberdade de experimentar com diferentes combinações de ingredientes e cepas microbianas, resultando em bebidas exclusivas que atendem às demandas dos consumidores em busca de experiências sensoriais novas. Sendo uma técnica que eleva a qualidade e a diversidade das bebidas fermentadas, enriquecendo sua complexidade sensorial, equilíbrio, e perfil de aroma (Borsellino *et al.*,2020).

METODOLOGIA

Foram utilizados como base de dados para esta revisão : Elsevier, MDPI, Google Acadêmico, Periódicos CAPES, Springer, MDPI, Pubmed , buscando com os seguintes termos: *Wine, Viticulture, Fermentation, Wild yeast, Wine production, Oenology, Terroir, Microbial diversity, Enological innovation* and *Co-fermentation techniques.*

CONCLUSÃO

A incorporação de leveduras selvagens, tanto em co-fermentações quanto em processos de vinificação convencionais, representa uma oportunidade substancial para enriquecer os produtos finais com uma ampla gama de sabores distintos e características únicas. Contudo, é crucial ressaltar que o manejo e a estabilidade desse processo podem apresentar desafios, demandando uma atenção, conhecimento e controle mais aprofundados por parte dos produtores.

REFERÊNCIAS

AOUIZERAT, T., GUTMAN, I., PAZ, Y., MAEIR, A., GADOT, Y., GELMAN, D., SZITENBERG, A., DRORI, E., PINKUS, A., SCHOEMANN, M., KAPLAN, R., BEN-GEDALYA, T., COPPENHAGEN-GLAZER, S., REICH, E., SARAGOVÍ, A., LIPSCHITS, O., KLUTSTEIN, M., & HAZAN, R. **Isolation and Characterization of Live Yeast Cells from Ancient Vessels as a Tool in Bio-Archaeology**. *mBio*, 2019. https://doi.org/10.1128/mBio.00388-19.

ANDRADE-SUÁREZ, M., & CAAMAÑO-FRANCO, Í. **The Relationship between Industrial Heritage, Wine Tourism, and Sustainability: A Case of Local Community Perspective.** *Sustainability*, 2020. https://doi.org/10.3390/su12187453.

BORSELLINO, V., VARIA, F., ZINNANTI, C., & SCHIMMENTI, E. **The Sicilian cooperative system of wine production.** *International Journal of Wine Business Research*, 2020. https://doi.org/10.1108/ijwbr-10-2018-0062.

CARLIN, S., MATTIVI, F., DURANTINI, V., DALLEDDONNE, S., & ARAPITSAS, P. **Flint glass bottles cause white wine aroma identity degradation.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2021. https://doi.org/10.1073/pnas.2121940119.

CRESPÍ-VALLBONA, M., & MASCARILLA-MIRÓ, Ò. **Wine lovers: their interests in tourist experiences.** *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 2020. https://doi.org/10.1108/ijcthr-05-2019-0095.

ESTEVES, M, C., BARBOSA, I., VASCONCELOS, M., TAVARES, A., MENDES-FAIA, N. P. M., MENDES-FERREIRA, A. **Characterizing the Potential of the Non-Conventional Yeast *Saccharomycodes ludwigii* UTAD17.** Winemaking. Microorganisms, v.7, 2019. https://doi.org/10.3390/microorganisms7110478.

FERREIRA, S., BEZERRA, M., SANTOS, A., SANTOS, W.,NOVAES, C., OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, M., & GARCIA, R. **Atomic absorption spectrometry – A multi element technique.** *Trends in Analytical Chemistry*, 2017. https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2017.12.012.

FORINO, M., GAMBUTI, A., LUCIANO, P., & MOIO, L. **Malvidin-3- O-glucoside Chemical Behavior in the Wine pH Range.** *Journal of agricultural and food chemistry*, 2020. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05895.

GOMEZ, L., CHRISTOPHE RUSNIOK, ROLANDO, M., NEOU, M., DERVINS-RAVAULT, D., DEMIRTAS, J., … BUCHRIESER, C. **Comparative analyses of Legionella species identifies genetic features of strains causing Legionnaires' disease.** *GenomeBiology.com (London. Print)*, 2019. https://doi.org/10.1186/preaccept-1086350395137407.

GUZZON, R., LARCHER, R., ROSA GUARCELLO, N., FRANCESCA, L., SETTANNI , MOSCHETTI, G. **Spoilage potential of *Brettanomyces bruxellensis* strains isolated from Italian wines.** Food research international, v. 105, p. 668-677, 2018. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.078.

HARUTYUNYAN, M., & MALFEITO-FERREIRA, M. **Historical and Heritage Sustainability for the Revival of Ancient Wine-Making Techniques and Wine Styles.** *Beverages*, 2022. https://doi.org/10.3390/beverages8010010.

HU, Y., ZHU, Z., NIELSEN, J., & SIEWERS, V. **Heterologous transporter expression for improved fatty alcohol secretion in yeast.** *Metabolic engineering*, 2017. https://doi.org/10.1016/j.ymben.2017.11.008.

LI, Y., & LU, Y. BLASTP-ACC: **Parallel Architecture and Hardware Accelerator Design for BLAST-Based Protein Sequence Alignment.** *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 2019, 13, 1771-1782. https://doi.org/10.1109/TBCAS.2019.2943539.

LIU, D., CHEN, Q., ZHANG, P., CHEN, D., & HOWELL, K. **The Fungal Microbiome Is an Important Component of Vineyard Ecosystems and Correlates with Regional Distinctiveness of Wine**. *mSphere*, 2020. https://doi.org/10.1128/mSphere.00534-20.

MOZZACHIODI, S., BAI, F., BALDRIAN, P., BELL, G., BOUNDY-MILLS, K., BUZZINI, P., ČADEŽ, N., RIFFO, F., DASHKO, S., DIMITROV, R., FISHER, K., GIBSON, B., GOULIAMOVA, D., GREIG, D., HEISTINGER, L., HITTINGER, C., JECMENICA, M., KOUFOPANOU, V., LANDRY, C., MAŠÍNOVÁ, T., NAUMOVA, E., OPULENTE, D., PEÑA, J., PETROVIČ, U., TSAI, I., TURCHETTI, B., VILLARREAL, P., YURKOV, A., LITI, G., & BOYNTON, P. **Yeasts from temperate forests.** *Yeast*, 2022. https://doi.org/10.1002/yea.3699.

NOVOTNÁ, J., & NOVOTNÝ, L. Industrial clusters in a post-socialist country: **The case of the wine industry in Slovakia.** *Moravian Geographical Reports*, 2019. https://doi.org/10.2478/mgr-2019-0006.

ONOFRI, L. **A Note on the Economics of Fruit Wines: State of the Arts and Research Gaps.** *Horticulturae,* 2021. https://doi.org/10.3390/horticulturae8020163.

ORO, L., CANONICO, L., VALENTINA, M. M., CIANI COMITINI. **Occurrence of *Brettanomyces bruxellensis* on Grape Berries and in Related Winemaking Cellar.** *Frontiers in Microbiology,* v.10, 2019. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00415.

PRATT, C. **Oil, Wine, and the Cultural Economy of Ancient Greece.** 2021. https://doi.org/10.1017/9781108891165.

QIU, X., YU, L., WANG, W., YAN, R., ZHANG, Z., YANG, H., ZHU, D., & ZHU, B. **Comparative Evaluation of Microbiota Dynamics and Metabolites Correlation Between Spontaneous and Inoculated Fermentations of Nanfeng Tangerine Wine.** *Frontiers in Microbiology*, 2021. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.649978.

ROLLERO, S. A., BLOEM, J., BRAND, A., ORTIZ-JULIEN, C., CAMARASA., B. DIVOL. **Nitrogen metabolism in three non-conventional wine yeast species: A tool to modulate wine aroma profiles.** Food microbiology, v. 94 2021. https://doi.org/10.1016/J.FM.2020.103650.

SU, Y., SEGUINOT, P., SANCHEZ, I., ORTIZ-JULIEN, A., HERAS, J., QUEROL, A., CAMARASA, C., & GUILLAMÓN, J. **Nitrogen sources preferences of non-Saccharomyces yeasts to sustain growth and fermentation under winemaking conditions**. *Food microbiology*, 2021. https://doi.org/10.1016/J.FM.2019.103287.

ZABUKOVEC, P., ČADEŽ, N., & ČUŠ, F. **Isolation and Identification of Indigenous Wine Yeasts and Their Use in Alcoholic Fermentation.** *Food Technology and Biotechnology*, 2020. https://doi.org/10.17113/ftb.58.03.20.6677.

CAPÍTULO 9

QUALIDADE DO MEL COMERCIALIZADO INFORMALMENTE EM SÃO LUÍS, MARANHÃO

Data de submissão: 17/01/2024

Data de aceite: 01/02/2024

Paulo Leonnardsen Alves Lima
Universidade Estadual do Maranhão
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/0940469297759807

Lenka de Morais Lacerda
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/4499976656869163

Ana Cristina Ribeiro
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/0231825655156814

Eleuza Gomes Tenório
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9076195471632655

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8929786232927576

Anny Gabrielly de Brito Martins
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/5492099630571266

Clara Lígia Costa Siqueira
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/5620157329357193

Marcos Daniel Rios Lima
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9198029571989580

Lorena Cristina Sousa Costa
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
São Luís, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/1328243000244504

RESUMO: Mel é um produto de alto valor nutritivo formado a partir do néctar das flores e de importância na alimentação humana. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química do mel comercializado informalmente em São Luís, Maranhão. Para isso, foram analisadas 30 amostras de mel provenientes de feiras e mercados da cidade adquiridas no período seco e período chuvoso. As análises físico-químicas realizadas foram: cor, umidade, grau Brix, acidez total titulável, resíduo

mineral-fixo e carboidratos. Foram realizadas ainda pesquisa de fraude nas amostras através da prova de Fiehe, Lund, lugol e atividade diastásica. Observou-se que as amostras analisadas sofreram alteração de suas propriedades físico-químicas, principalmente no período seco. Essas alterações podem indicar desde condições inadequadas de armazenamento a fraudes por adulteração do produto.
PALAVRAS-CHAVE: fraude, mel, análises físico-químicas.

QUALITY OF HONEY SOLD INFORMALLY IN SÃO LUÍS, MARANHÃO

ABSTRACT: Honey is a product of high nutritional value formed from the nectar of flowers and of importance in human nutrition. The aim of this study was to assess the physical and chemical quality of honey sold informally in São Luís, Maranhão. To this end, 30 samples of honey from the city's fairs and markets, acquired during the dry and rainy seasons, were analyzed. The physicochemical analyses carried out were color, humidity, Brix level, total titratable acidity, fixed mineral residue and carbohydrates. The samples were also tested for fraud using the Fiehe test, Lund test, lugol test and diastase activity. It was observed that the samples analyzed suffered alterations to their physicochemical properties, especially during the dry season. These changes could indicate anything from inadequate storage conditions to fraud due to adulteration of the product.
KEYWORDS: fraud, honey, physicochemical analysis.

INTRODUÇÃO

O mel é definido como um produto alimentício de alto valor nutritivo formado pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou de secreções provenientes de partes vivas das plantas (Souza, 2017). Desde a pré-história, o consumo e manejo de mel já eram realizados pela humanidade por conta de suas características adoçantes, o que levou ao desenvolvimento de métodos aprimorados, com o intuito de induzir uma maior produtividade das abelhas (Bera; Almeida-Muradian, 2007).

A composição do mel depende da sua origem floral, da matéria-prima utilizada, das condições climáticas na colheita e da espécie de abelha (Alves et al., 2005). Em relação a composição físico-química, o mel consiste em uma solução de água, aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos orgânicos e açúcares, sendo que 80% da quantidade total é formada por glicose e frutose (Silva et al., 2006).

O mel apresenta possui propriedades terapêuticas como atividade antibacteriana, anti-inflamatória e cicatrizante (Abadio Finco et al., 2010). Reforça a resistência ao cansaço físico e mental em atividades que exigem muita energia, além de fortalecer o organismo contra os efeitos do estresse (Bontempo, 2008).

A produção e comercialização do mel é regulamentada pela IN n° 11/2000 do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2000) e pela Portaria nº 6/1985 (Brasil, 1985), que estabelece os critérios que garantem a qualidade para o consumo e padrões de higiene específicos para o mel e seus derivados (Ribeiro; Starikoff, 2019).

A IN nº 11/2000 preconiza que o mel comercializado não deve conter nenhum tipo de substância estranha, de qualquer natureza (Brasil, 2000). Porém, por ser um produto de alta demanda comercial e com grande retorno financeiro, as práticas de adulteração se tornaram rotineiras (Pereira, 2010).

Dessa forma a avaliação dos parâmetros físico-químicos do mel e de pesquisa de fraude é de extrema relevância, visto que alteração em sua composição pode resultar em danos a saúde do consumidor. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química dos méis comercializados informalmente em São Luís, Maranhão.

METODOLOGIA

Foram adquiridas 30 amostras de mel, sendo 15 no período seco (setembro e outubro) e 15 no período chuvoso (março e abril) no ano de 2023 em feiras e mercados públicos de diferentes bairros do município de São Luís, Maranhão. Os bairros foram selecionados entre os que tinham uma maior aglomeração de feiras e mercados públicos.

As amostras eram mantidas em embalagem original, identificadas, armazenadas em caixas isotérmicas e encaminhadas ao Laboratório de Físico-Química de Alimentos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para realização das análises físico-químicas e pesquisa de fraude de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

As análises físico-químicas realizadas foram: cor, umidade, grau Brix, resíduo mineral-fixo (cinzas) e carboidratos (açúcar redutor e sacarose aparente). E para a pesquisa de fraudes: prova de Fiehe, Lund, de lugol e atividade diastásica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os méis analisados apresentaram variação de coloração entre o âmbar claro e o branco, predominando o âmbar claro no período seco (76,33%) e chuvoso (53,33%). As amostras analisadas estão dentro dos padrões exigidos pela legislação, que classifica o mel do incolor ao âmbar escuro. A avaliação da cor do mel é importante pois está associada à sua origem floral além de ser um parâmetro de aceitabilidade para o consumidor, sendo que os méis mais claros são os preferíveis (Félix, 2019; Costa, 2022).

Observou-se que a maioria das amostras adquiridas no inverno (73,33%) apresentaram valores de umidade acima do preconizado pela legislação (20% de umidade). E apenas 33,33% das amostras adquiridas no verão apresentaram valores acima do permitido.

Segundo Gois et al. (2013) o alto nível de umidade dos méis nos dias chuvosos pode ocorrer devido um aumento da umidade relativa do ar. Por o mel ser um alimento rico em açúcar, tende a ser muito higroscópico, ou seja, é capaz de absorver bastante umidade

do ambiente durante seu processamento e armazenamento e/ou se for exposto por tempo prolongado ao ar livre.

Vale ressaltar que a umidade elevada favorece o processo de cristalização do mel pela formação de pontes de hidrogênio entre as moléculas de água e açúcares (Gleiter et al., 2006). Essa cristalização ocorre de forma desordenada e incontrolada deixando o produto com uma coloração escura, que além de não ser agradável ao consumidor, resulta na formação de uma camada cristalina e outra líquida. A camada líquida possui alto teor de água aumentando o risco de degradação do produto por fermentação de micro-organismos osmofílicos (Zamora; Chirife, 2006; Gois et al., 2013).

Os valores encontrados para o grau Brix variaram entre 31,2º e 80,8º Bx e entre 69,8º e 80º Bx para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Atualmente a legislação não preconiza normas para avaliação do grau Brix como parâmetro de qualidade do mel, entretanto o grau Brix determina a quantidade de sólidos solúveis nesse produto (Silva et al., 2003; Sousa et al., 2018).

Observou-se que tanto as amostras obtidas no período seco (46,66%) quanto as obtidas no período chuvoso (40%) apresentaram teores de cinzas em desacordo com a legislação que deve ser de 0,6% para méis florais e de 0,2% a 1% para méis de melato (Brasil, 2000). Houve baixa diferença entre as duas estações, indicando que a temperatura não é um fator que afeta consideravelmente este parâmetro.

Elevados teores de cinzas indicam falhas nas técnicas de processamento e higiene realizadas pelo apicultor, como por exemplo, contaminações que podem ocorrer na colheita do mel e na não decantação e/ou filtração no processo de extração (Silva et al., 2004; Silva, 2016). O teor de cinzas pode indicar também a presença quantitativa de minerais no mel, sendo os principais, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco e cádmio. Normalmente a quantidade de minerais no mel é baixa e varia dependendo da sua origem floral (Gois et al., 2013; Montenegro, 2018).

Observou-se que a quantidade de açúcar redutor presente nos méis analisados apresentou um alto índice de variação quando comparado os períodos analisados. Apresentando uma alta concentração no período seco (80%) e chuvoso (33,33%). O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel regulamenta que o teor de açúcar redutor seja de até 65 % (Brasil, 2000). Valores elevados de açúcar podem indicar uma possível adulteração por adição de xarope de sacarose invertido (Gois et al., 2013).

O teste de Fiehe demonstrou que 86,67% das amostras do período seco e 53,33% do período chuvoso podem ter sido adulteradas. A reação de Fiehe é um teste qualitativo que revela a possível presença de Hidroximetilfurfural (HMF), um composto orgânico resultante da desidratação da frutose, obtido pela hidrólise ácida da sacarose (Silva et al., 2020). Este derivado do furfural reage com a resorcina, resultando em coloração que varia do rosa ao vermelho (Sakuma et al., 2005).

Segundo Moura et al. (2011) o teor de HMF é influenciado pela temperatura do ambiente, podendo ocorrer superaquecimento do mel nos dias mais quentes do ano, o que corrobora para o resultado alto de amostras positivas adquiridas no período de verão. Níveis elevados de HMF também indicam alterações provocadas por armazenamento prolongado em condições inadequadas ou adulterações por adição de xarope de glicose e/ou açúcar técnico invertido (Ananias, 2010; Frühauf, 2020).

De acordo com Silva et al. (2008) o HMF tem tido mais relevância pelos malefícios que trazem ao consumidor por apresentar atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica. E para Coringa (2009) quanto maior a sua quantidade pior será a qualidade do mel pois acarretará a destruição de enzimas e vitaminas.

De acordo com a prova de Lund, verificou-se que 46,66% das amostras adquiridas no período seco e 86,67% do período chuvoso estavam adulteradas, não apresentando formação de precipitado no fundo dos béquers. Esse resultado pode indicar que o mel apresenta fraude por adição de água ou outro diluidor e/ou também que ele sofreu adição ou perda de proteínas durante seu armazenamento, o que pode ser favorecido por aquecimento prolongado nos dias quentes do ano (Bertoldi et al., 2007; Félix, 2019).

No presente trabalho 100% das amostras analisadas em ambos os períodos se apresentaram negativas para a reação de Lugol, evidenciando que não houve adulteração pela presença de dextrinas e amido na composição do mel. Os resultados encontrados foram corroboram com os obtidos por Silva et al. (2018) nas análises de adulteração em amostras de mel de feiras de municípios do Paraná.

O teste de atividade diastásica evidenciou que 86,67% das amostras do período de seco e 73,34% das amostras do período chuvoso foram negativas. Segundo Lima et al. (2021) resultados negativos para esse teste indica que os méis não apresentam a enzima diástase devido a processamento e armazenamento inadequado e/ou superaquecimento, comum nos dias quentes do ano levando a destruição de compostos proteicos e explicando a maior incidência de amostras negativas no período seco.

A atividade diastásica é um parâmetro que avalia o desempenho da diástase, uma enzima natural do mel que tem como função realizar a hidrólise do amido (Nascimento, 2013; Silva, 2013). O seu teor vai depender da origem e idade do mel além de ser muito sensível ao calor, logo, baixos níveis de atividade diastásica indicam superaquecimento do mel por armazenamento inadequado ou aquecimento realizado de forma prolongada acima de 45º C (Garcia-Cruz, 2009).

CONCLUSÃO

As amostras de méis analisadas provenientes das feiras e mercados públicos do município de São Luís, Maranhão, em sua maioria, não estavam de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira. Constatou-se também que mudanças de temperatura

em determinadas épocas do ano podem causar alterações nas propriedades físico-químicas, afetando a qualidade final do produto. Dessa forma, faz-se necessário uma maior fiscalização por parte da vigilância sanitária municipal, como forma de inibir a circulação de produtos adulterados, que podem causar danos à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

Abadio Finco, F.D.B. et al. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera L***. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

Ananias, K. R. **Avaliação das condições de produção e qualidade de mel de abelhas (*Apis Mellifera* L.) produzido na microrregião de Pires do Rio, no Estado de Goiás.** 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, 2010.

Alves, R. M. O. et al. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia Smith* (Hymenoptera: Apidae). **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n. 4, p. 644-650, out.-dez., 2005.

Bera, A.; Almeida-Muradian, L. B. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 49-52, 2007.

Bertoldi, F. C. et al. Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera L.*) produzidas no pantanal. **Evidência Biotecnologia e Alimentos**, v. 7, p. 63–74, 2007.

Bontempo, M. **Mel: uma vida doce e saudável**. São Paulo: Alaúde, 2008.

Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Portaria n°6, de 25 de julho de 1985**. Normas higiênico-sanitárias e tecnológicas para mel, cera de abelhas e derivados. Brasília: MAPA, 1985. Disponível em: https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/portaria-6-de-1985-mel.pdf. Acesso em: 23 outubro de 2023.

Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000.** Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/rtiq-mel-e-produtos-apicolas. Acesso em: 23 outubro de 2023.

COSTA, J. S. D**. Análises físico-químicas e de adulteração dos méis comercializados na feira livre do município de Cuité-PB.** 2022. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Nutrição), Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, 2022.

Coringa, E. A. O. Qualidade físico-química de amostras de méis produzidos no Estado do Mato Grosso. **APL Apicultura.** Cuiabá, 2009.

Félix, M. D. G. **Análises Físico-químicas para Determinação da Qualidade de Méis da Paraíba**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em química), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

Frühauf, M. Um indicador de qualidade do mel: o HMF - Hidroximetilfurfural. Artigo técnico da CIRAM/EPAGRI - Santa Catarina, 2020. Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/acervo/outra_3_indicador_qualidade.pdf Acesso em: 09 de Dezembro de 2023.

Garcia-Cruz, C. H. et al. Determinação da qualidade do mel. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 10, n. 1, 2009.

Gleiter, R. A. et al. Influence of type and state of crystallization on the water activity of honey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 96, n. 3, p. 441-445, 2006.

Gois, G. C. et al. Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v. 4, 2008.

Lima, I. A. et al. Análises de amostras de mel comercializados em feiras-livres da cidade de Barreiras - Bahia. **Revista Conjecturas**, v. 21, n. 6, p. 427-442, 2021.

Montenegro, H. R. **Comparação das características físico-químicas e antioxidantes do mel de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado nos estados do Paraná e Rondônia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018

Moura, S. G. et al. Hidroximetilfurfural em méis de *Apis mellifera Linneus* (Apoidea: Apidae) armazenados à temperatura ambiente e sob refrigeração, Piauí - Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 1077-1083, 2011.

Nascimento, D. M. D. **Parâmetros de avaliação da qualidade do mel e percepção do risco pelo consumidor.** Dissertação (Tese de Mestrado) – Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto (FCNAUP), Porto, 2013.

Nozal, M. J. et al. Highperformance liquid chromatographic determination of metil anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in Honey. **Journal of Chromatography**, v. 917, n.1-2, p. 95-103, 2001.

Pereira, A. M. **Perfil Cromatográfico das Substâncias Fenólicas Presentes em Extratos de Mel de Assa Peixe e Avaliação de seu Poder Antioxidante**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Seropédica, RJ, 2010.

Ribeiro, R.; Starikoff, K. R. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 111-118, 2019.

Sakuma, A. M. et al. Procedimentos e determinações gerais. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed. Brasília: ANVISA, Cap. 4, p. 83-158, 2005.

Silva, R. D. N. et al. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Food Science and Technology**, v. 23, p. 337-341, 2003.

Silva, C. L. et al. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 260-265, 2004.

Silva, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha**. Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 113-120, jan/mar. 2006.

Silva, S. J. N. D. et al. Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocinética capilar micelar. **Revista Ciências Tecnologia e Alimentação**, Campinas, n. 28, p. 46-50, dez. 2008.

Silva, C. V. **Características físico-químicas de mel de capixingui e silvestre da região de Ortigueira-PR**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

Silva, A. P. P. **Determinação de Identidade e Qualidade de Méis Comercializados na Região de Ponta Grossa - PR.** 48 p. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

Silva, M. G. C. D. et al. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. **Revista de Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 32, n. 278/279, 2018.

Silva, J. B. et al. Pesquisa de fraudes em méis no Estado do Pará, Brasil. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v.36, n.4, 230-235, 2020.

Sousa, A. V. B. et al. Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no estado do Piauí - Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, *[S. l.]*, v. 6, n. 2, p. 21–32, 2018.

Souza, L. B. S. **Caracterização físico-química e microbiológica do mel de abelhas (*Apis mellifera*) produzido no território rural de identidade Parque das Emas - Goiás**. 80 p. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Goiás, 2017.

Zamora, M. C.; Chirife, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 59-64, 2006.

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL: Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), Licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020) pela Universidade Estácio de Sá, MBA executivo em Gestão de Restaurantes (2021), especialização em Segurança Alimentar (2021), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa Qualidade de Alimentos. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa, extensão e inovação na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de garantia e controle de qualidade dos alimentos.

Inovações em ciência de alimentos:

da produção à nutrição 2

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2024

Inovações em ciência de alimentos:
da produção à nutrição 2
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br
Atena Editora
Ano 2024